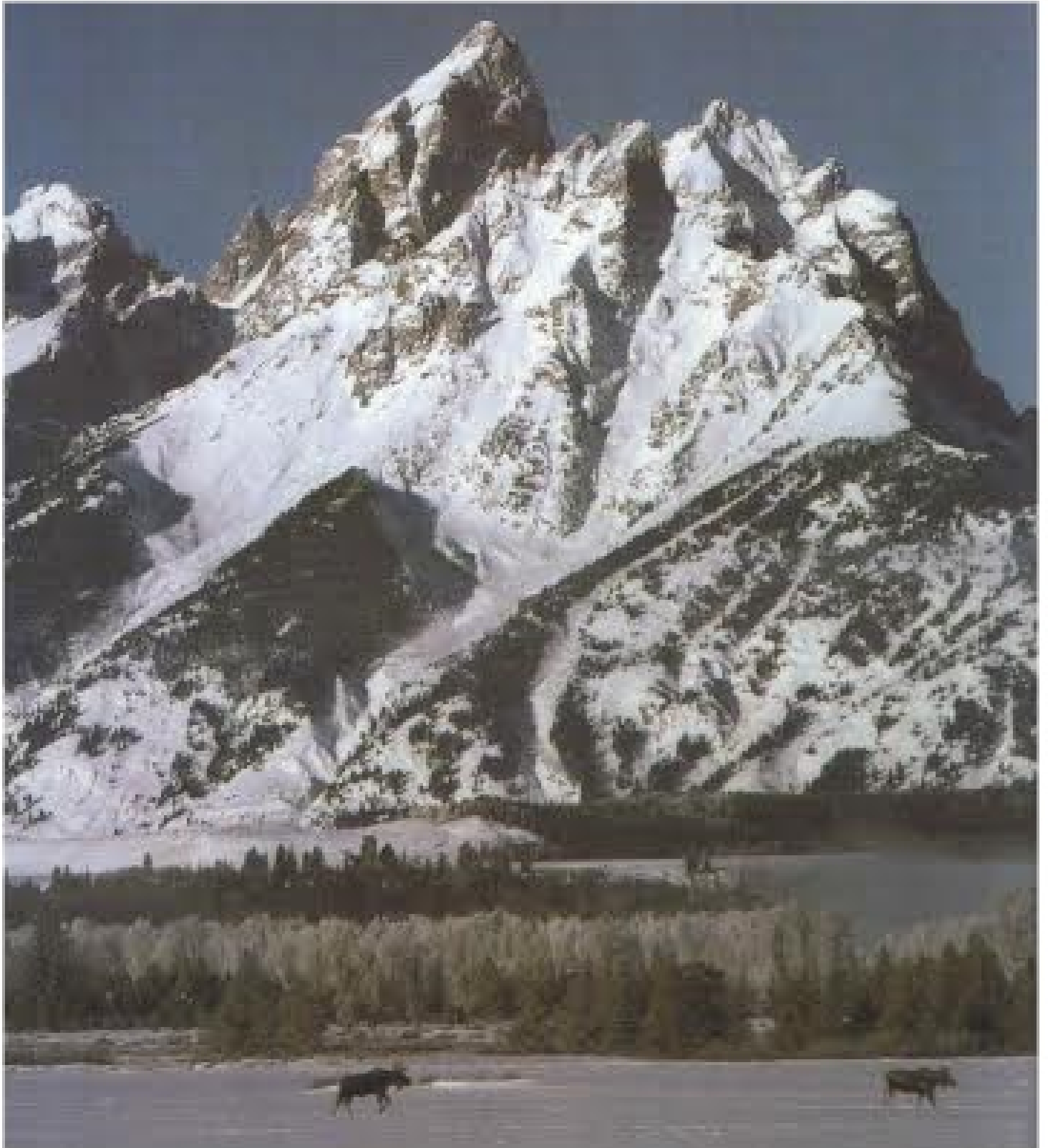


دَائِرَةُ مَعَارِفِ الْقُرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ
لِلْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا الْمُنْتَظَرَةِ وَالطَّيْبَةِ

8

الْبَغَرُ أَفِيَا



دَائِرَةُ مَعَارِفِ الْقَرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ
لِلْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا الْمُتَطَوِّرَةِ وَالطَّبِيعَةِ



٨ الجغرافيا 8



Mngool.com

الناشرون

TIME
LIFE
BOOKS

دار الكتاب اللبناني
بيروت

دار الكتاب المصري
القاهرة

المحتويات

رَسْمُ خَرَائِطِ سَطْحِ الْأَرْضِ

- ٤ - ٤ كَيْفَ تُعَدُّ الْخَرَائِطُ ؟
٦ - ٦ مَا عَمَلُ الْمَسَاحِينِ ؟
٨ - ٨ كَيْفَ تُحَدَّدُ الْمَوَاقِعُ عَلَى الْخَرَائِطِ ؟
١٠ - ١٠ مَا الْأَنْوَاعُ الْأَسَاسِيَّةُ لِلْخَرَائِطِ ؟
١٢ - ١٢ مَنْ أَعَدَّ الْخَرَائِطَ الْأُولَى ؟
١٤ - ١٤ مَا هُوَ مَسْقَطُ مِرْكَاثُور ؟
١٦ - ١٦ كَيْفَ تُعَدُّ خَرَائِطُ الْمِلَاحَةِ الْبَحْرِيَّةِ ؟
١٨ - ١٨ لِمَاذَا ابْتِكِرَتِ الْمَنَاطِقُ الزَّمَنِيَّةُ ؟
٢٠ - ٢٠ كَيْفَ تُصْنَعُ خَرَائِطُ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ ؟
٢٢ - ٢٢

قَاطِعَاتُ الْحِجَارَةِ الْأَرْضِيَّةِ الْجَبَّارَةِ

- ٢٤ - ٢٤ مَا هِيَ الْأَشْكَالُ الْأَرْضِيَّةُ الَّتِي تُكَوِّنُهَا الْأَنْهَارُ ؟
٢٦ - ٢٦ كَيْفَ تَتَكَوَّنُ السُّهُولُ ؟
٢٨ - ٢٨ مَا هِيَ الْمَرْوَحَةُ الْفَيْضِيَّةُ ؟
٣٠ - ٣٠ مَا هِيَ الْقَوَى الَّتِي تُشَكِّلُ الدَّلْتَا ؟
٣٢ - ٣٢ لِمَاذَا يُغَيَّرُ النَّهْرُ الْأَصْفَرُ مَجْرَاهُ ؟
٣٤ - ٣٤ هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تُنْسَابَ الْأَنْهَارُ إِلَى الْخَلْفِ ؟
٣٦ - ٣٦ مَا هِيَ الْمَصَبَّاتُ الْخَلِيجِيَّةُ ؟
٣٨ - ٣٨ مَا أَهْمِيَّةُ نَهْرِ الرَّابِنِ ؟
٤٠ - ٤٠ كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْأَنْهَارُ الْجَلِيدِيَّةُ (التَّلَاجَاثُ) ؟
٤٢ - ٤٢ مَا هِيَ الْأَشْكَالُ الْأَرْضِيَّةُ الَّتِي تُكَوِّنُهَا التَّلَاجَاثُ ؟
٤٤ - ٤٤ هَلْ كُلُّ أَنْوَاعِ الرُّكَامِ مُتَشَابِهَةٌ ؟
٤٦ - ٤٦ كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْبُحَيْرَاتُ الْعُظْمَى ؟
٤٨ - ٤٨ هَلْ غَيَّرَتِ الْعُصُورُ الْجَلِيدِيَّةُ الْأَرْضَ ؟
٥٠ - ٥٠ مَاذَا يُوجَدُ تَحْتَ الْقَارَّةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ ؟
٥٢ - ٥٢

الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ وَالْبُحَيْرَاتُ

- ٥٤ - ٥٤ لِمَاذَا تُنْسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ ؟
٥٦ - ٥٦ كَيْفَ تُشَكِّلُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ الْأَرْضَ ؟
٥٨ - ٥٨ كَيْفَ تَتَكَوَّنُ مَغَارَاتُ (كِهَوف) الْحَجَرِ الْجَبَرِيِّ ؟
٦٠ - ٦٠ مِنْ أَيْنَ تُحْصَلُ الْوَاخَةُ عَلَى مِيَاهِهَا ؟
٦٢ - ٦٢ لِمَاذَا تَهْبِطُ الْأَرْضُ ؟
٦٤ - ٦٤ لِمَاذَا تُوجَدُ بُحَيْرَاتُ كَثِيرَةٌ فِي فِنْلَنْدَا ؟
٦٦ - ٦٦

عَمَلُ الْمُحِيطَاتِ

- ٦٨ - ٦٨ هَلْ تَتَحَرَّكُ الْمُحِيطَاتُ ؟
٧٠ - ٧٠ هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تُنْصَهَرَ الْقَلْسُوتَانِ الْجَلِيدَتَانِ الْقُطْبِيَّتَانِ ؟
٧٢ - ٧٢ كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْحَوَاجِزُ الرَّمْلِيَّةُ ؟
٧٤ - ٧٤

1

2

3

4

5

- 76 - ٧٦
78 - ٧٨
80 - ٨٠
82 - ٨٢
84 - ٨٤

6

- 86 - ٨٦
88 - ٨٨
90 - ٩٠
92 - ٩٢
94 - ٩٤
96 - ٩٦
98 - ٩٨
100 - ١٠٠

7

- 102 - ١٠٢
104 - ١٠٤
106 - ١٠٦
108 - ١٠٨
110 - ١١٠
112 - ١١٢
114 - ١١٤
116 - ١١٦
118 - ١١٨

- 120 - ١٢٠
122 - ١٢٢
124 - ١٢٤
126 - ١٢٦
128 - ١٢٨
130 - ١٣٠
132 - ١٣٢
134 - ١٣٤
136 - ١٣٦
138 - ١٣٨
140 - ١٤٠
142 - ١٤٢
144 - ١٤٤
146 - ١٤٦

كَيْفَ يُشَكِّلُ الْبَحْرُ السَّاحِلَ ؟
مَا الشَّكْلُ الَّذِي يَنْدُو عَلَيْهِ قَاعُ الْمُحِيطِ ؟
كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الشَّعْبُ الْمَرْجَانِيَّةُ ؟
لِمَاذَا لَا تَفِيضُ الْمُحِيطَاتُ ؟

تَشْكِيلُ وَجْهِ الْأَرْضِ

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْجِبَالُ ؟
كَيْفَ تَنْشَأُ الْمَصَاطِبُ ؟
هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ يَغْزُو الْبَحْرُ الْيَابِسَةَ ؟
مَا هِيَ الْكُوَيْسَتَا ؟
كَيْفَ تَنْشَأُ الْوَادِي الْأَخْذُودِي الْعَظِيمُ ؟
كَيْفَ تَتَكَوَّنُ جِبَالُ الْأَبْلَاشِ ؟
لِمَاذَا تُحْتَرَقُ الْأَنْهَارُ جِبَالُ الْهِمَالَايَا ؟

الْمُنَاخُ أَحَدُ قُوَى التَّغْيِيرِ

مَاذَا يُسَبِّبُ الانزِلَاقَاتِ الْأَرْضِيَّةَ ؟
هَلْ يُمَكِّنُ لِلرَّيَّاحِ أَنْ تَنْشِئَ صَحَرَاءَ ؟
لِمَاذَا تَتَمَدَّدُ الصَّحَارَى وَتَنْكَمِشُ ؟
كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْكُتُبَانُ الرَّمْلِيَّةُ ؟
مَا هُوَ الْوَادِي الْأَثَرِي ؟
هَلْ هُنَاكَ عِلَاقَةٌ بَيْنَ الْمُنَاخِ وَالنَّبَاتَاتِ وَالتُّرْبَةِ ؟
هَلْ تُؤَثِّرُ الْيَابِسَةُ عَلَى الْمُنَاخِ ؟
هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تُغَيِّرَ التِّيَّارَاتُ الْبَحْرِيَّةُ الْمُنَاخَ ؟

سُرْعَةُ التَّقَدُّمِ وَتَمَنُّهُ

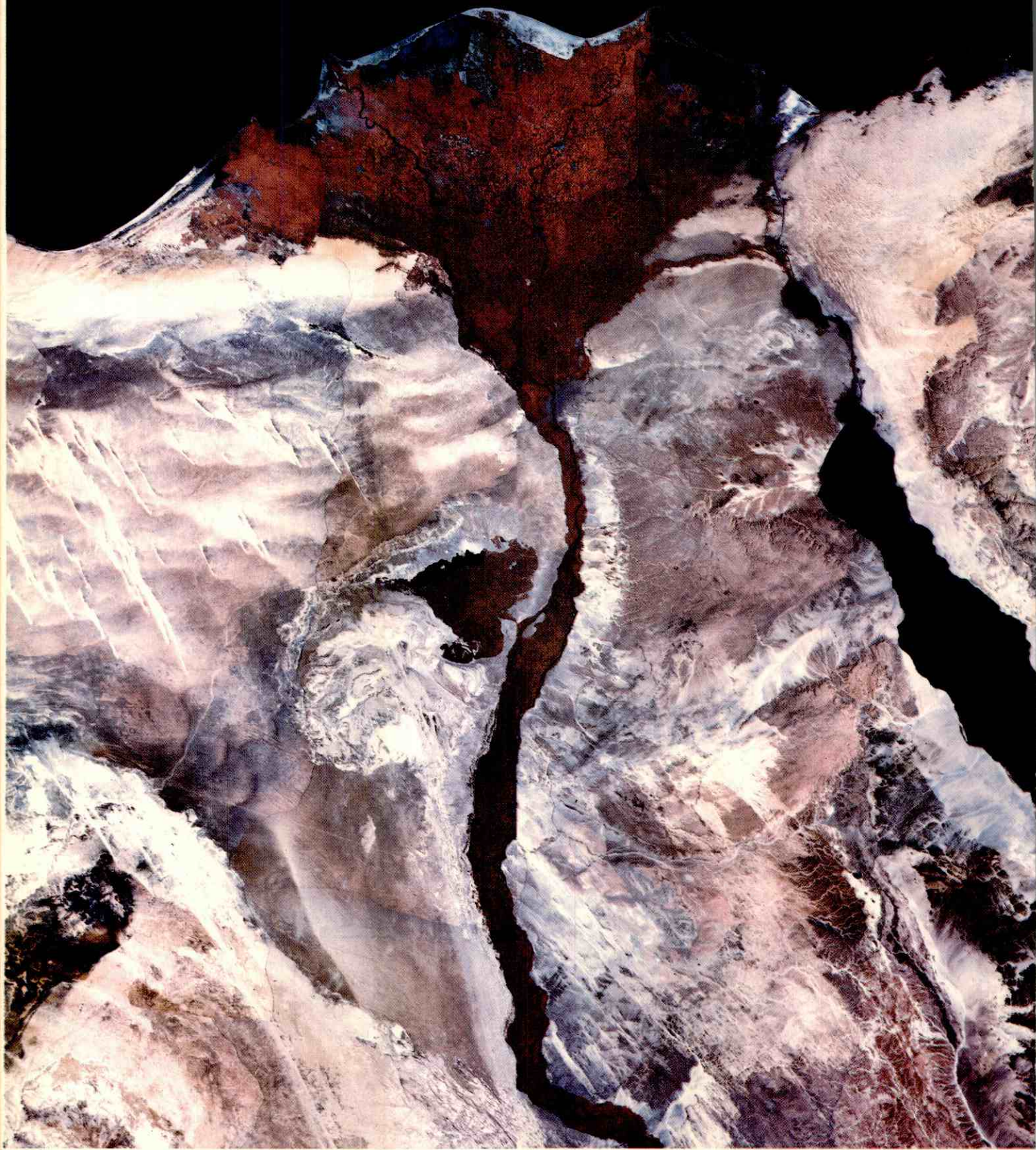
مَا هُوَ الْإِنْفِجَارُ السُّكَّانِي ؟
أَيْنَ تَنْتَجِ الْخُبُوبُ ؟
مَا هِيَ الْبِلَادُ الْمُصَدَّرَةُ لِلْأُخْشَابِ ؟
أَيْنَ يَتِمُّ صَيْدُ مُعْظَمِ الْأَسْمَاكِ ؟
مَا هِيَ الْمَدِينَةُ الْمُحْطَطَةُ ؟
هَلْ تَنْشَأُ جَمِيعُ الْمَزَارِعِ ؟
هَلْ يُمَكِّنُ حِمَايَةَ الْيَابِسَةِ مِنْ غَزْوِ الْبَحَارِ ؟
مَا هِيَ هَيْئَةُ وَادِي تَنِيْسِي ؟
أَيْنَ يَنْمُو الْعَنْبُ وَالزَّيْتُونُ ؟
هَلْ يُمَكِّنُ زِرَاعَةَ الْأَرْضِ الْجَدْبَاءِ (الْجَافَّةِ) ؟
مَا هِيَ الْأَلْتِيلَانُو ؟
هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ يَتَعَدَّدَ الْمُنَاخُ فِي مَكَانٍ وَاحِدٍ ؟
هَلْ بَدَأْنَا نَتَّجُهُ إِلَى خَارِجِ الْيَابِسَةِ ؟
مَعَانِي الْمُصْطَلَحَاتِ

1 رَسْمُ خَرَائِطِ لِسَطْحِ الْأَرْضِ

حَاوَلَ الْإِنْسَانُ مُنْذُ قَدِيمِ الزَّمَانِ ، أَنْ يُحَدِّدَ مَوْقِعَهُ عَلَى الْأَرْضِ بِرَسْمِ مُحْطَطَاتٍ لِلْأَرْضِ وَالْأَنْهَارِ وَالْجِبَالِ وَالْبَحَارِ الَّتِي تُشَكِّلُ سَطْحَ الْأَرْضِ . وَالْخَرَائِطُ الْأُولَى سَاعَدَتْهُ كَمُرْشِدٍ عَمَلِيٍّ فِي حَيَاتِهِ الْيَوْمِيَّةِ . وَفِي حَوَالِي ١٣٠٠ ق . م ، رَسَمَ قُدَمَاءُ الْمِصْرِيِّينَ مُسَوِّدَاتِ خَرَائِطٍ لِتَحْدِيدِ مِلْكِيَّةِ الْأَرْضِ لِأَنَّ الْفَيْضَانَ السَّنَوِيَّ لِلنَّيْلِ كَانَ يُزِيلُ عِلَامَاتِ الْحُدُودِ .

وَتَدْرِيجِيًّا ، اتَّسَعَ عِلْمُ الْخَرَائِطِ (الْكَارْتُوْجَرَاْفِيَا) لِيُبَيِّنَ الْأَرْضَ الْجَدِيدَةَ الَّتِي يَتِمُّ اكْتِشَافُهَا . وَفِي الْقَرْنِ السَّادِسِ قَبْلَ الْمِيلَادِ ، وَضَعَ لِلْعَالَمِ الْإِغْرِيْقِيُّ وَيَعُضُ رَسَامِي الْخَرَائِطِ الْآخَرِينَ ، خَرَائِطَ لِلْعَالَمِ كُلِّهِ حَسَبَ تَصَوُّرِهِمْ . وَبِازْدِيَادِ الْحَاجَةِ إِلَى الْخَرَائِطِ التَّفْصِيلِيَّةِ الدَّقِيقَةِ ، أَصْبَحَ عِلْمُ الْخَرَائِطِ نَوَاطِلَ لِعِلْمٍ أَكْبَرَ هُوَ عِلْمُ الْجُغَرَاْفِيَا . وَالْمَعْنَى الْحَرْفِيُّ لِلْجُغَرَاْفِيَا هُوَ وَصْفُ الْأَرْضِ . وَهَذَا يُوضِّحُ لِمَاذَا يُلْزَمُ عُلَمَاءُ الْجُغَرَاْفِيَا الْمُحَدِّثُونَ أَنْفُسَهُمْ بِدِرَاسَةِ كُلِّ شَيْءٍ عَنْهَا ، مِنَ الْمَنَاحِ وَالتَّرْبَةِ وَالتُّوْبُوْغَرَاْفِيَا ، وَالتَّيْبَاتِ وَالْحَيَوَانَاتِ وَالْمَوَارِدِ الطَّبِيعِيَّةِ ، إِلَى السُّكَّانِ وَالسِّيَاسَةِ وَالتَّلَوُّثِ وَتَحْطِيطِ الْمُدُنِ الْمُسْتَقْبَلِ . وَالْيَوْمَ ، تَسْتَمِرُّ الْخَرَائِطُ كَأَدَاةٍ أَسَاسِيَّةٍ لِفَهْمِ الْجُغَرَاْفِيَا . فَقَدْ انْتَشَرَتْ الْخَرَائِطُ فِي الْمُجْتَمَعِ الْحَدِيثِ ، مِنْ خَرَائِطِ الطَّقْسِ فِي الْقَارَاتِ إِلَى ذَلِيلِ الْجَيْبِ لِشَوَارِعِ الْمُدُنِ . وَفِي هَذَا الْفَصْلِ سَتَتَعَرَّفُ عَلَى أَنْوَاعِ الْخَرَائِطِ الْمُخْتَلِفَةِ ، مَعَ التَّرْكِيزِ عَلَى كَيْفِيَّةِ مُسَاعَدَتِهَا لَنَا فِي فَهْمِ الْكَوْكَبِ الَّذِي نَعِيشُ عَلَيْهِ .

هَذِهِ الصُّوْرَةُ الَّتِي تُشَبِّهُ الْمُسَيِّسَاءَ التَّقَطُّعَاتِ الْأَقْمَارِ الْإِصْطِنَاعِيَّةَ لِلشَّرْقِ الْأَوْسَطِ مِنْ أَرْتِفَاعٍ يَبْلُغُ ٥٢٥ مِيلًا وَيُظْهَرُ فِي وَسْطِهَا نَهْرُ النَّيْلِ بِمِصْرَ الَّذِي يَنْتَهِي بِدِلْتَا مُثَلَّثَةِ الشَّكْلِ قَبْلَ أَنْ يَصُبَّ فِي الْبَحْرِ الْمَوْسُطِ ، وَفِي أَقْصَى الْيَمِينِ شِبْهُ جَزِيرَةِ سَيْنَاءَ بَيْنَ خَلِيجِي السُّوَيْسِ وَالْعَقَبَةِ .



كَيْفَ تَعْدُ الْخَرَائِطُ ؟

التَّصْوِيرُ الْجَوِّيُّ هُوَ مِفْتَاحُ الْمَرَحَلَةِ الْأُولَى لِعَمَلِ الْخَرَائِطِ . وَتُؤْخَذُ سِلْسِلَةٌ مِنَ الصُّوَرِ الْمُتَتَابِعَةِ بِحَيْثُ تَتَدَاخَلُ هَذِهِ الصُّوَرُ فَتُظْهِرُ نَفْسَ الْمِسَاحَةِ مِنَ الْأَرْضِ مِنْ زَوَايَا مُخْتَلَفَةٍ عَلَى طُولِ خَطِّ طَيْرَانٍ وَاحِدٍ لِلطَّائِرَةِ . وَعِنْدَ فَحْصِ هَذِهِ الصُّوَرِ الْمَزْدَوِجَةِ لِنَفْسِ الْمِسَاحَةِ بِاسْتِرْيُوسْكُوبٍ ، تَظْهَرُ فِي مَنْظَرٍ ثَلَاثِي الْأَبْعَادِ (يَسَار) وَمِنْهَا يَرَسُمُ رَاسِمُ الْخَرَائِطِ خَرِيطَةً طُبُوغَرَفِيَّةً .

يَتِمُّ صِنَاعَةُ الْخَرَائِطِ فِي ثَلَاثِ مَرَاحِلَ . وَالْمَرَحَلَةُ الْأُولَى تُسَمَّى الْمَسْحَ ، حَيْثُ يُحَدَّدُ الْمَسَاحُ إِحْدَاثِيَّاتِ عِدَّةٍ أَمَاكِنَ مُتَبَاعِدَةٍ تُسَمَّى النُّقْطَ الْمِسَاحِيَّةَ الرَّئِيسِيَّةَ . وَيُعَيَّنُ الْمَسَافَاتُ بَيْنَ هَذِهِ النُّقْطِ الَّتِي يُرَاعَى وُجُودُهَا عِنْدَ رُءُوسِ نِظَامٍ مِنَ الْمُثَلَّثَاتِ الْمُتَشَابِكَةِ لِتَسْهِيلِ قِيَاسِ الْمَسَافَاتِ وَيُسْتَعْدَمُ التَّصْوِيرُ الْجَوِّيُّ لِرَسْمِ عِدَّةٍ صُورٍ لِلْمِسَاحَةِ الْمَطْلُوبَةِ كَمَا يُحَدَّدُ الْمَسْحُ الْمِيدَانِيَّ حُدُودَ الطَّرِيقِ وَالْأَنْهَارِ وَالْمَنَازِلِ وَالْهَضَابِ وَأَسْمَاءَ الْأَمَاكِنِ .

وَفِي الْمَرَحَلَةِ الثَّانِيَةِ يَتِمُّ التَّجْمِيعُ وَالرَّسْمُ ، وَيَسْتَعِينُ رَاسِمُ الْخَرَائِطِ بِالْحَاسِبِ الْآلِيِّ لِرَسْمِ الْخَرَائِطِ بِنَاءً عَلَى الْبَيِّنَاتِ الْمُجْمَعَةِ فِي الْمَرَحَلَةِ الْأُولَى . وَأَخِيرًا ، فِي الْمَرَحَلَةِ الثَّلَاثَةِ تُنْقَلُ صُورَةُ الْخَرِيطَةِ عَلَى الْوَحْاحِ طَبْعٌ مَعْدِنِيَّةٌ أَوْ بِأَيِّ وَسِيلَةٍ أُخْرَى تَمْهِيدًا لِتَوْزِيعِهَا . وَتَعْرِفُ هَذِهِ الْمَرَحَلَةُ بِمَرَحَلَةِ إِنتَاجِ الْخَرِيطَةِ .

عَمَلُ الْخَرَائِطِ



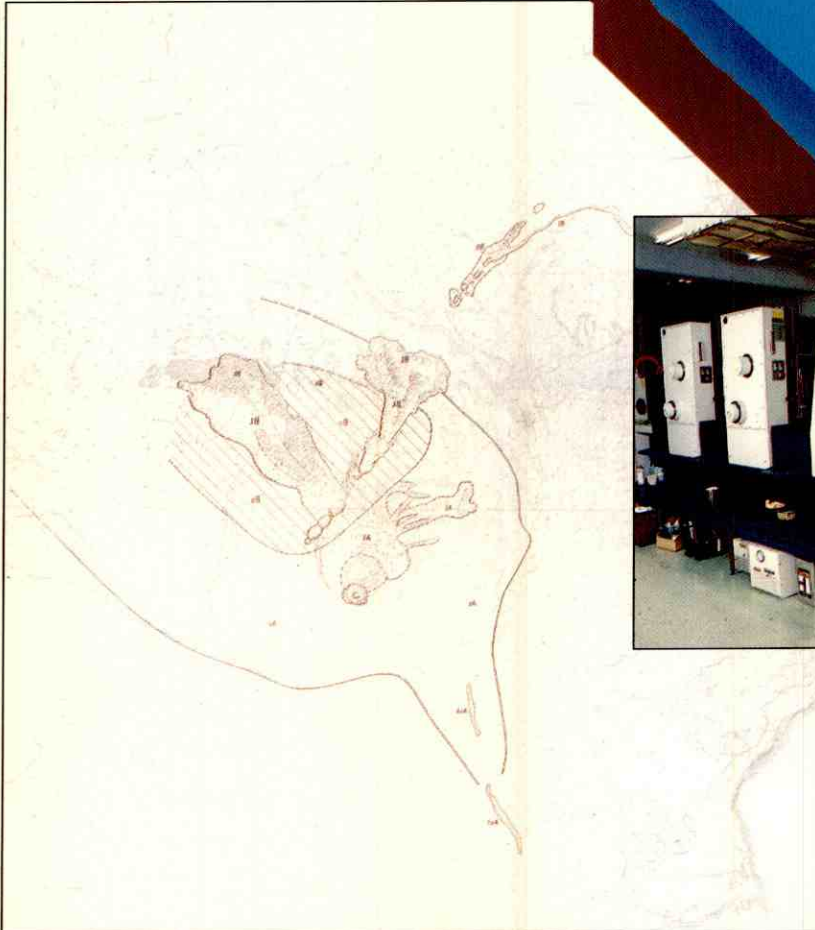
مَسَاحَانِ يَسْتَعْدِمَانِ جِهَازًا إلكترونيًا لِقِيَاسِ الْمَسَافَاتِ ، لِلتَّحَقُّقِ مِنَ الْبَيِّنَاتِ الَّتِي جُمِعَتْ بِالتَّصْوِيرِ الْجَوِّيِّ . وَالْمَسَاحُ إِلَى (الْيَمِينِ) يَقْرَأُ الْقِيَاسَاتِ ، بَيْنَمَا يُسَجِّلُهَا زَمِيلُهُ عَلَى الْيَسَارِ .



تُوضَعُ عَلَامَاتُ مِسَاحِيَّةٌ عَلَى النُّقْطِ الَّتِي تَمَّ مَسْحُهَا ، وَهِيَ عَلَامَاتٌ مَعْدِنِيَّةٌ مُسَطَّحَةٌ تُدْفَنُ فِي الْحَجَرِ أَوْ الْأَسْفَلَتِ . وَيَسْتَعْدِمُهَا الْمَسَاحُونَ لِلتَّحَقُّقِ مِنْ دِقَّةِ خَرَائِطِ الْمَنَاطِقِ الْمُحِيطَةِ .



رَسَامُ خَرَائِطَ يَسْتَحْدِمُ سِكِّينًا — عَلَى نُضْدٍ مُضِيٍّ — لِيُحَدِّدَ مَسَارَاتِ الْأَنْهَارِ
وَرَوَافِدَهَا عَلَى خَرِيطَةٍ مُعَدَّةٍ لِلطَّبَاعَةِ . وَالْعَدَسَاتُ الْمُكْبَرَةُ الْمُثَبَّتَةُ فِي نَظَائِرِهِ
تُوضِّحُ لَهُ أَذَقَ التَّفْصِيلَاتِ عَلَى الْخَرِيطَةِ .



تُمرَّرُ الْأَوَاحُ الْأَفْلَامُ الْمُحَطَّطَةُ
فِي آلَةٍ طِبَاعَةٍ (أَعْلَى) لِتُنْتِجَ
الْخَرَائِطَ الْكَامِلَةَ ، مِثْلَ الَّتِي
عَلَى الْيَسَارِ ، وَالَّتِي تُوضَّحُ
مَدَى اتِّسَاعِ طَفْحِ بُرْكَانِيٍّ .

مَا عَمَلُ الْمَسَاحِينَ؟

الرَّغْمَ أَنَّ الْمَسْحَ الْجَوِّيَّ هُوَ عَصَبُ الْخَرَائِطِ الْحَدِيثَةِ ، فَإِنَّ عَلَى الْمَسَاحِينَ التَّزَوُّلَ إِلَى الْأَرْضِ لِتَحْدِيدِ مَوَاقِعِ وَحُدُودِ الْمَسَاحَاتِ الْمَطْلُوبِ عَمَلُ خَرَائِطٍ لَهَا . وَاتِّعَاءُ هَذَا الْمَسْحِ الْمِيدَانِي ، يَقِيسُ الْمَسَاحُونَ الْمَسَافَاتِ ، وَالْإِرْتِفَاعَاتِ ، وَالْإِتِّجَاهَاتِ ، وَهِيَ الْمَكُونَاتُ الثَّلَاثَةُ الْآسَاسِيَّةُ لِخَرِيطَةٍ دَقِيقَةٍ .

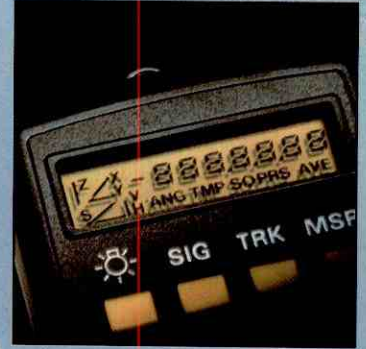
وَأَبْسَطُ وَسَائِلِ قِيَاسِ الْمَسَافَاتِ هُوَ شَرِيطُ الْقِيَاسِ الْمَعْدِنِيِّ وَلَكِنَّ هَذَا الشَّرِيطَ تَتَغَيَّرُ أَعْدَاؤُهُ بِتَغْيِيرِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ ، فَيَتَمَدَّدُ فِي الْآيَامِ الْحَارَّةِ وَيَنْكَمِشُ فِي الْآيَامِ الْبَارِدَةِ . وَتُتَّخَذُ مَسَافَةُ رَأْسِيَّةٍ مَعْلُومَةٍ ، كَقَاعِدَةٍ لِحِسَابِ الْإِرْتِفَاعَاتِ الْأُخْرَى الْقَرِيبَةِ . وَوَسَائِلُ قِيَاسِ الْإِتِّجَاهَاتِ تَشْمَلُ الْمَشَاهِدَةَ الزَّائِيَّةَ ، وَالْمَشَاهِدَةَ الْإِتِّجَاهِيَّةَ ، وَالْمَشَاهِدَةَ زَوَايَا التَّكْبِيرِ .

■ آلَةُ حِسَابِ الْمَوْقِعِ

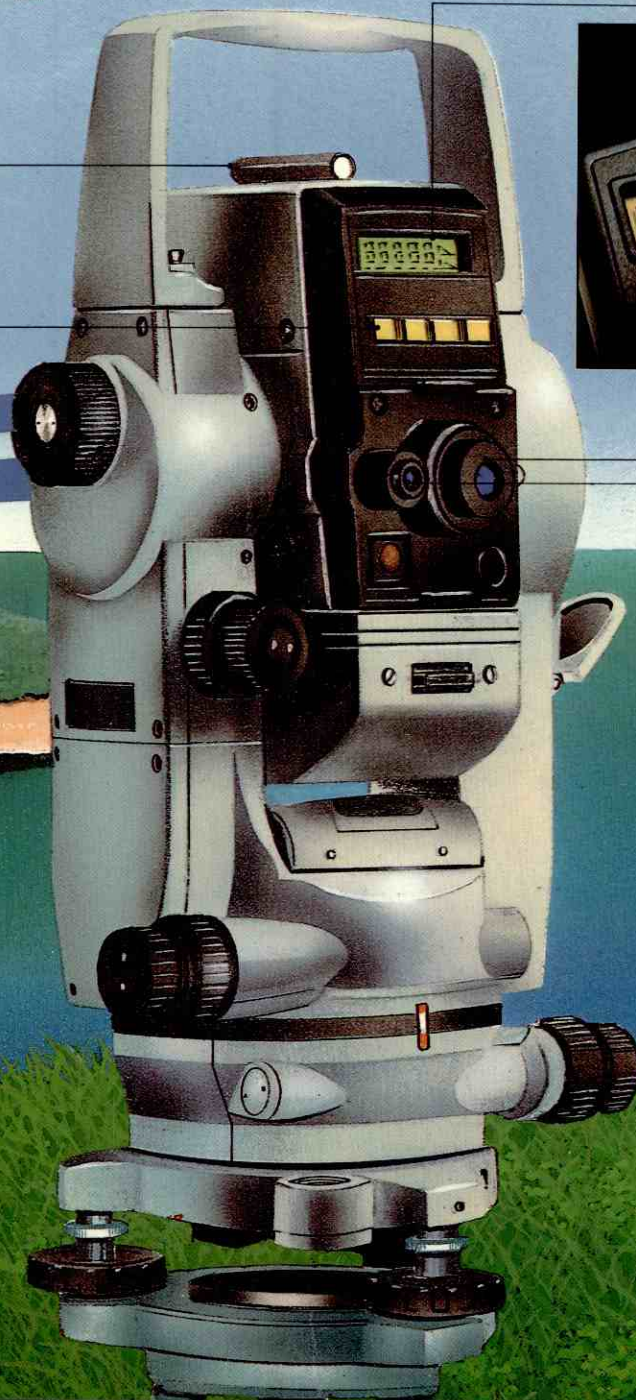
قِرَاءَةُ رَقْمِيَّةٍ

تِلْسَكُوبُ ضَوْئِي

مَفَاتِيحُ تَشْغِيلِ

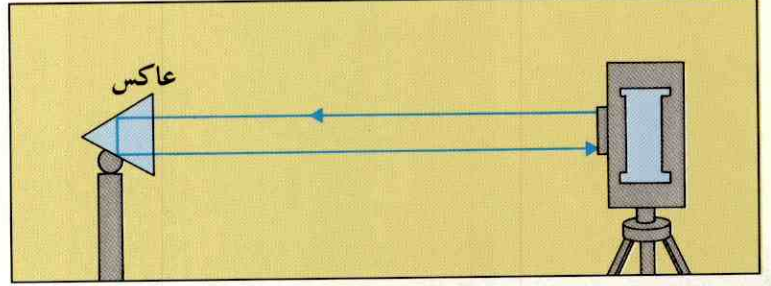


الْعَدْسَةُ الْعَيْنِيَّةُ لِلتِّلْسَكُوبِ
عَدْسَةُ عَيْنِيَّةٍ مُدْرَجَةٍ



أشعة الليزر لقياس المسافات

من أكثر طرق قياس المسافات دقةً، هو حساب الزمن الذي يستغرقه شعاعٌ مُنبعثٌ ليعود بعد انعكاسه على عاكس بعيد. وفي جهاز تليميتر أشعة الليزر (أسفل) تحتوي وحدة القياس على مُرسِل ومُسْتَقْبِل. والعاكس عبارة عن عدّة منشورات زجاجيّة.

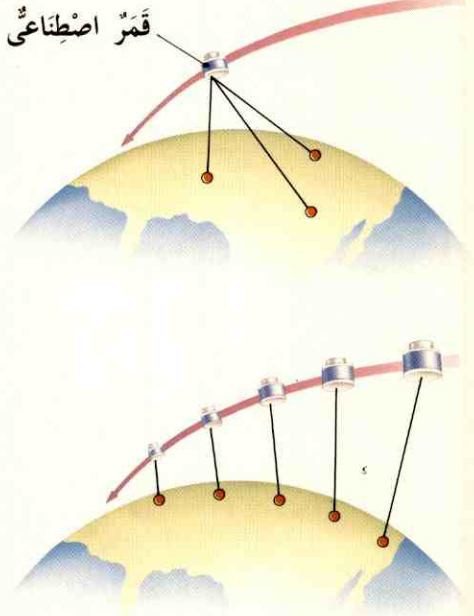


● المرايا تؤدي كل العمل

لقياس المسافات بجهاز يعمل بالليزر، يُجهّز المساحون وحدة القياس عند نقطة معينة (مقابل). ثم يُجهّزون العاكس (يسار) عند النقطة المطلوب حساب بعدها. ويُطلق المرسِل شعاعاً ضوئياً أو أشعة تحت حمراء على العاكس، فتنعكس راجعةً. وبحساب زمن رحلة الشعاع، نحسب وحدة القياس المسافة بينها وبين العاكس.



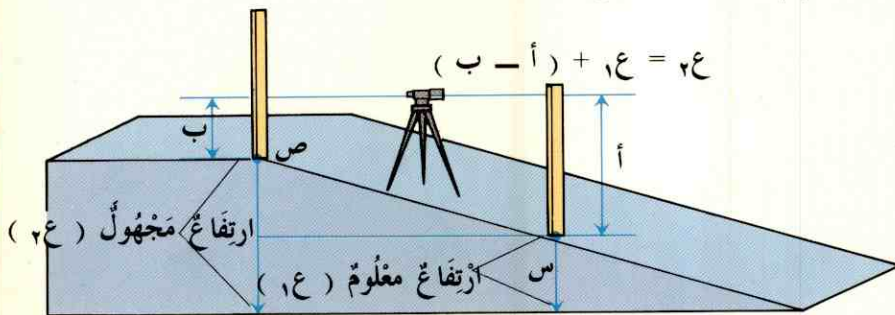
مساخو الفضاء



بشّيت موضع قمر اصطناعي، يُمكن للمساحين استخدام المركبة كنقطة مرجعية لقياس المسافات على الأرض. والشكل العلوي يبين كيفية تحديد موضع القمر الاصطناعي بإطلاق ثلاثة أشعة ليزر في نفس الوقت من ثلاثة أماكن معينة. وفي الشكل السفلي، تنعكس أشعة فردية على القمر الاصطناعي من نقط متعددة على التوالي.

كيف يستخدم المساحون الميزان

لتحديد ارتفاع النقطة (ص)، يتم اختيار نقطة معلومة الارتفاع (س). وتثبت قامات مدرّجة (الصفراء) عند النقطتين. وبجهاز الميزان وهو تلسكوب دوّار مجال رؤيته في خط أفقي، يوضع بين القامتين، ويُحدّد القراءتين ب، أ عند القامتين وبإضافة الفرق بينهما إلى ارتفاع (س) ينتج ارتفاع ص.



كيف تحدد المواقع على الخرائط؟

عنه بالزاوية عند مركز الأرض بين خطين أحدهما مرسوم من هذه النقطة والآخر من خط الاستواء . وبذلك فإن أي نقطة على خط الاستواء خط عرضها صفر ، بينما القطبان خط عرضهما ٩٠ شمالاً وجنوباً .

وخط الطول يمثل على الكرة الأرضية بدوائر متساوية تمر بالقطبين وهي خطوط الزوال ، ويعبر عنه بالدرجات مثل خط العرض . وخط الطول المقابل لخط الاستواء هو خط زوال جرينيتش الوهمي الذي يمر بجرينيتش بالإنجلترا .



محور الأرض



قطب سماوي شمالي

لأن الأرض تدور حول نفسها ، فإن النجوم المصورة بكاميرا زمنية (أعلى) تظهر كأنها تدور حول القطب السماوي الشمالي . وهذا الدوران اليومي يسمى بالحركة اليومية .

قبة سماوية

خط الاستواء الأرضي

خط الاستواء السماوي



قطب سماوي جنوبي

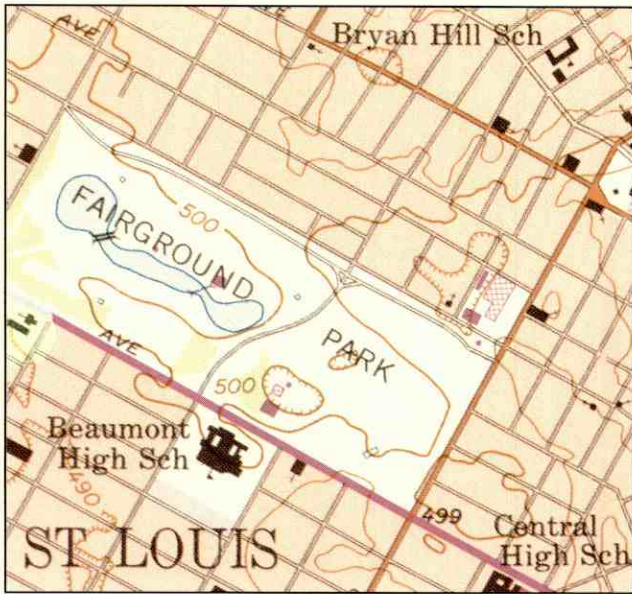
تستخدم معظم الخرائط شبكة لتوضيح مواقع البحيرات والأنهار والمدن .. الخ على سطح الأرض . وتخطط الشبكة بخطوط أفقية هي خطوط العرض ، وخطوط رأسية هي خطوط الطول .

وعند تحويل شبكة مسطحة إلى كرة ، فإن خطوط العرض تظهر كدوائر موازية لخط الاستواء (وهو خط وهمي على سطح الأرض في منتصف المسافة بين القطب الشمالي والجنوبي) وخط عرض أي نقطة يعبر

العلاقة السماوية

بالنسبة لأي مشاهد على الأرض ، تبدو السماء كحوض مقلوب وهذا الغلاف الوهمي يسمى القبة السماوية . ونقط تقاطع مستوى الاستواء الأرضي مع القبة السماوية ، تكون خط الاستواء السماوي . ونقط تقاطع امتداد محور الأرض مع القبة السماوية هي الأقطاب السماوية . وتستخدم هذه مع إحداثيات سماوية أخرى لتحديد موقع الأرض في الفضاء .

مَا الْأَنْوَاعُ الْأَسَاسِيَّةُ لِلْخَرَائِطِ؟



مقياسُ رَسْمٍ كَبِيرٍ : ١ بوصة = ٠,٤ ميل



مقياسُ رَسْمٍ مُتَوَسِّطٍ : ١ بوصة = ٤ ميل



مقياسُ رَسْمٍ صَغِيرٍ : ١ بوصة = ٨ ميل

تُعْتَبَرُ خَرَائِطُ الْأَسَاسِ الْمُعَدَّةُ مِنَ الْمَسْحِ الْجَوِّيِّ وَالْمِيدَانِي نَقْطَ بَدَايَةٍ لِإِعْدَادِ خَرَائِطٍ أُخْرَى . وَبِصِفَةِ عَامَّةٍ ، فَإِنَّ الْخَرَائِطَ تَنْدَرِجُ تَحْتَ أَحَدِ قِسْمَيْنِ رَئِيسِيَيْنِ : خَرَائِطُ طُبُوغَرَفِيَّةٍ ، وَخَرَائِطُ مَوْضُوعِيَّةٍ .

وَتَحْتَوِي الْخَرَائِطُ الطَّبُوغَرَفِيَّةُ عَلَى ثَرْوَةٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ عَنْ طُبُوغَرَفِيَا الْمَسَاحَةِ الْمَوْضَحَةِ ، وَهِيَ جَمِيعُ الْمَلَامِحِ الطَّبِيعِيَّةِ وَالْبَشَرِيَّةِ بِهَذَا السَّطْحِ . وَقَدْ تَتَضَمَّنُ ارْتِفَاعَاتِ الْجِبَالِ ، وَمَجَارِي الْأَنْهَارِ ، وَالطَّرِيقَ ، وَأَسْمَاءَ الْبُحَيْرَاتِ وَالْمُدُنِ ، وَالْحُدُودَ السِّيَاسِيَّةَ كَالْمَقَاطَعَاتِ وَالْوِلَايَاتِ .

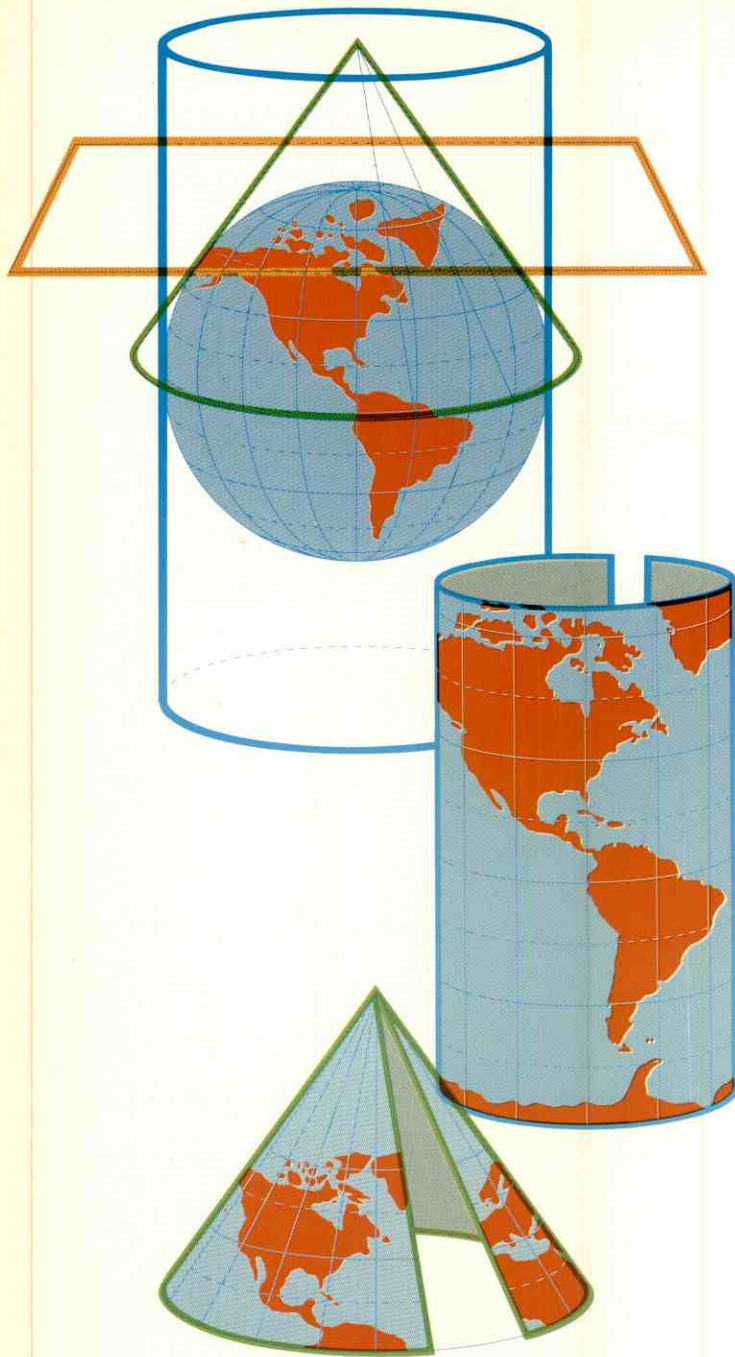
وَتُسْتَعْمَلُ الْخَرَائِطُ الْمَوْضُوعِيَّةُ خَرِيطَةً طَّبُوغَرَفِيَّةً أَوْ أَى خَرِيطَةٍ أُخْرَى كَأَسَاسٍ لِعَرْضِ الْبَيِّنَاتِ الَّتِي تُوجَّهُ إِلَى مَوْضُوعٍ وَاحِدٍ ، مِثْلَ ، الْكثَافَةِ السَّكَّانِيَّةِ ، وَتَوَزِيعِ الْحَيَاةِ الْبَرِّيَّةِ ، وَثَبَاتِ الْحِدَارِ التَّلَالِ ، وَالِاتِّجَاهَاتِ الْاِقْتِصَادِيَّةِ ، وَرُبَّمَا أَمْطَاطِ الْمُرُورِ الْمَحَلِّيِّ .

وَيَتَوَقَّفُ مَدَى تَفْصِيلِ بَيِّنَاتِ الْخَرِيطَةِ عَلَى مِقْيَاسِ رَسْمِهَا ، وَهُوَ النَّسْبَةُ بَيْنَ أَى مَسَافَةٍ عَلَى الْخَرِيطَةِ ، وَطُولِهَا الْحَقِيقِيِّ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . وَالْخَرَائِطُ ذَاتُ مِقْيَاسِ الرَّسْمِ الصَّغِيرِ ، وَتُعْطَى مِسَاحَةً كَبِيرَةً مِنَ الْأَرْضِ ، بِهَا تَفْصِيلَاتٌ قَلِيلَةٌ . أَمَّا الْخَرَائِطُ ذَاتُ مِقْيَاسِ الرَّسْمِ الْكَبِيرِ ، وَتُعْطَى مِسَاحَةً صَغِيرَةً مِنَ الْأَرْضِ ، فَتَفْصِيلُهَا أَكْبَرُ . وَيَكْتَبُ مِقْيَاسُ الرَّسْمِ كِنَسْبَةِ . فَمِقْيَاسُ رَسْمٍ ١ : ٦٣٣٦٠ مَثَلًا ، يُبَيِّنُ أَنَّ كُلَّ بُوصَةٍ عَلَى الْخَرِيطَةِ تُمَثِّلُ ٦٣٣٦٠ بُوصَةً أَوْ مِيلًا وَاحِدًا عَلَى الْأَرْضِ .

هَذِهِ الْخَرَائِطُ الطَّبُوغَرَفِيَّةُ الثَّلَاثُ تُبَيِّنُ نَفْسَ الْمَسَاحَةِ لِسَائِلِ لُويْسِ فِي وِلَايَةِ مِيسُورِي بِتَفْصِيلٍ مُخْتَلَفَةٍ . الْعُلُوبَةُ ذَاتُ مِقْيَاسِ رَسْمٍ كَبِيرٍ (١ : ٢٤٠٠٠) ، حَيْثُ تُعَادِلُ كُلَّ بُوصَةٍ عَلَى الْخَرِيطَةِ مَسَافَةً ٠,٤ مِيلًا مِنَ الْأَرْضِ . وَهَذَا يُتِمِّحُ إِظْهَارَ تَفْصِيلٍ كَثِيرَةٍ مِثْلَ الْمَدَارِسِ وَالْحَدَائِقِ وَكِبَارِي الْمَشَاةِ . وَالْخُطُوطُ الْبَنِيَّةُ اللَّوْنُ تُوَضِّحُ تَغْيِيرًا فِي الارتفاعِ حَوْلَى ١٠ أَقْدَامٍ . وَالْخَرِيطَةُ الْوُسْطَى بِمِقْيَاسِ رَسْمٍ أَصْغَرِ (١ : ٢٥٠,٠٠٠) ، وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الْبُوصَةَ عَلَيْهَا تُعَادِلُ مَسَافَةً طُولُهَا ٤ أَمْيَالٍ عَلَى الْأَرْضِ . أَمَّا السُّفْلَى فَمِقْيَاسُ رَسْمِهَا أَصْغَرُ (١ : ٥٠٠,٠٠٠) فَتُظْهَرُ فِيهَا مِسَاحَاتٌ وَاسِعَةٌ مِنَ الْأَرْضِ ، ذَاتُ تَفْصِيلٍ قَلِيلَةٍ .

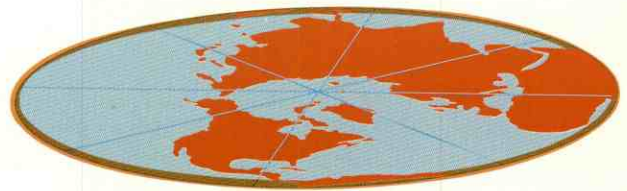
ثَلَاثُ طُرُقٍ لِجَعْلِ الْأَرْضِ مُسَطَّحَةً

يُنْخَصِرُ التَّحْدِي الرَّئِيسِيُّ لِرَسْمِ الْخَرَائِطِ ، فِي أَنَّ الْأَرْضَ كُرَوِيَّةٌ ، وَالْخَرَائِطُ مُسَطَّحَةٌ . وَتَحْوِيلُ السَّطْحِ الْمُنْحَنِي إِلَى مِسَاحَةٍ مُسَطَّحَةٍ عَلَى الْوَرَقِ ، يُسَمَّى الْإِسْقَاطَ ، وَهُوَ يُشَوِّهُ الْمِسَاحَةَ ، أَوْ الشَّكْلَ ، أَوْ الْمَسَافَةَ ، أَوْ اتِّجَاهَ الْكُرَّةِ . وَلِلتَّغْلِبِ عَلَى ذَلِكَ ؛ يَسْتَعْمَدُ رَسَامُو الْخَرَائِطِ مَسَاقِطَ مُخْتَلِفَةً لِرَسْمِ أَجْزَاءِ الْعَالَمِ الْمُخْتَلِفَةِ . وَتُظْهِرُ الْأَنْوَاعُ الثَّلَاثَةُ الرَّئِيسِيَّةُ لِلْمَسَاقِطِ عَلَى هَذِهِ الصَّفْحَةِ .



مَسْقَطُ أُسْطُوَانِيٍّ

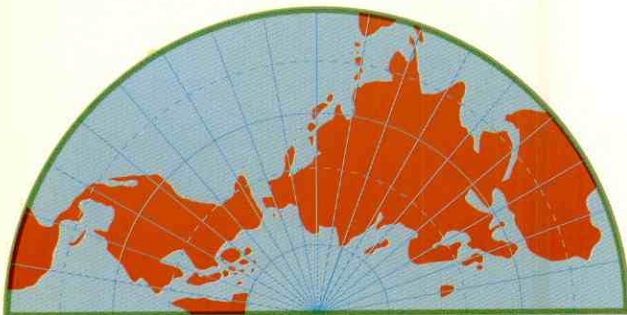
وَيُصْنَعُ هَذَا الْمَسْقَطُ بِلَفِّ أُسْطُوَانَةٍ حَوْلَ الْكُرَّةِ الْأَرْضِيَّةِ (أَعْلَى يَمِين) . وَتُسْقَطُ خُطُوطُ الْكُرَّةِ عَلَى الْأُسْطُوَانَةِ ، ثُمَّ تُفَرَّدُ الْأُسْطُوَانَةُ . (يَكُونُ الْمِقْيَاسُ الْحَقِيقِيُّ عَلَى طُولِ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ فَقَطْ) .



مَسْقَطُ دَائِرِيٍّ أَوْ سَمْتِيٍّ

وَيُصْنَعُ هَذَا الْمَسْقَطُ بِتَثْبِيتِ السَّطْحِ الْمُسْتَوِي لِصَحِيفَةِ الْخَرِيطَةِ عِنْدَ نَقْطَةِ تَمَاسٍّ عَلَى سَطْحِ الْكُرَّةِ (أَعْلَى يَمِين) . وَتُسْقَطُ خُطُوطُ الْكُرَّةِ — الَّتِي فِي مُسْتَوَى نَقْطَةِ التَّمَاسِّ عَلَى السَّطْحِ الْمُسْتَوِي . وَيُمْكِنُ رَسْمُ مَسَاقِطَ سَمْتِيَّةٍ مُتَنَوِّعَةٍ بِوَضْعِ السَّطْحِ عِنْدَ نَقْطَةٍ مُخْتَلِفَةٍ .

مَسْقَطُ مَخْرُوطِيٍّ



وَيُصْنَعُ هَذَا الْمَسْقَطُ بِلَفِّ مَخْرُوطٍ مِنَ الْوَرَقِ حَوْلَ الْكُرَّةِ الْأَرْضِيَّةِ (أَعْلَى يَمِين) وَتُسْقَطُ خُطُوطُ الطُّولِ وَالْعَرْضِ عَلَى السَّطْحِ الدَّاخِلِيِّ لِلْمَخْرُوطِ . ثُمَّ يُقَصُّ الْمَخْرُوطُ وَيُفَرَّدُ (أَعْلَى) ، فَيَكُونُ الْمَخْرُوطُ خَرِيطَةً تَكُونُ دَقِيقَةً جَدًّا فِي أَمَاكِنِ تَلَامُسِ الْمَخْرُوطِ مَعَ الْكُرَّةِ . وَيُسْتَعْمَدُ الْمَسْقَطُ الْمَخْرُوطِيُّ غَالِبًا لِرَسْمِ مَنَاطِقِ الْعُرُوضِ الْوُسْطَى مِثْلَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ .

مَنْ أَعَدَّ الْخَرَائِطَ الْأُولَى؟

خريطة العالم البابلية (٦٠٠ ق . م .)
هَذَا اللُّوحُ الْفَخَّارِيُّ هُوَ أَقْدَمُ خَرِيطَةٍ مَوْجُودَةٍ . وَتُبِّينُ الْعَالَمَ
كَفَرَسٍ مِنَ الْأَرْضِ تُحِيطُ بِهَا الْمُحِيطَاتُ . وَالْحُطُوطُ
الرَّاسِيَّةُ تُبِّينُ نَهْرَ الْفَرَاتِ .



أَقْدَمُ خَرِيطَةٍ مَعْرُوفَةٍ ، هِيَ لَوْحٌ مِنَ الْفَخَّارِ صُنِعَ فِي بِلَادِ
مَا بَيْنَ النَّهْرَيْنِ حَوَالَى ٢٥٠٠ ق . م . وَتَوْضَحُ قَرْيَةً
صَغِيرَةً فِي وَادِي نَهْرٍ عَلَى حَافَةِ جَبَلٍ . وَمَنْظَرُهَا — مِثْلُ
كُلِّ الْخَرَائِطِ الْأُولَى — مَحْدُودٌ بِالْحَيَاةِ الْيَوْمِيَّةِ لِلْأَفْرَادِ .
وَلَكِنْ مَعَ تَجَوُّلِ الْمُسْتَكْشِفِينَ وَالتَّجَارِ بَعِيدًا عَنْ
أُوطَانِهِمْ ، وَعَوْدَتِهِمْ بِقِصَصٍ كَثِيرَةٍ عَنْ أَمَاكِنَ بَعِيدَةٍ ،
بَدَأَتْ الْخَرَائِطُ تُعْطَى مَسَاحَاتٍ أَوْسَعَ وَأَوْسَعَ . وَأَقْدَمُ
خَرِيطَةٍ مَوْجُودَةٍ (يَسَار) صُنِعَتْ فِي الْقَرْنِ السَّادِسِ قَبْلَ
الْمِيلَادِ فِي بَابِلَ ، حَيْثُ تَوْضَحُ مَمْلَكَةَ بَابِلَ كَمُرَبَّعٍ فِي
مَرْكَزِ الْعَالَمِ .

وَرَسَمُوا الْخَرَائِطِ الْيُونَانِيُّونَ الْأَوَائِلَ مِثْلُ هِيكَائِيوسَ ،
وَضَعُوا دَوَلَّتَهُمْ فِي مَرْكَزِ الْأَرْضِ . وَحَوَالَى ٢٥٠ ق .
م . افْتَرَضَ الْعَالِمُ الرِّيَاضِيُّ الْيُونَانِيُّ إِرَاثُوسِيثِيَسُ ، أَنَّ
الْأَرْضَ كُرَّةٌ ، وَحَسَبَ مُحِيطَ الْأَرْضِ فَلَمْ يُحْطِ إِلَّا
بِحَوَالِ ١٢٪ مِنْ قِيَمَتِهِ الْحَقِيقَةِ . وَبَلَغَ عِلْمُ الْخَرَائِطِ
الْقَدِيمِ ذُرْوَتَهُ فِي الْقَرْنِ الثَّانِي الْمِيلَادِي ، عِنْدَمَا كَتَبَ
أَعْظَمُ الْجُغْرَافِيِّينَ فِي ذَلِكَ الْعَصْرِ — الْبَاحِثُ الْمِصْرِيُّ
كَلُودِيُوسَ بَطْلِيمُوسَ — كِتَابًا عَنِ الْجُغْرَافِيَا يَتَضَمَّنُ كَيْفِيَّةَ
عَمَلِ خَرَائِطِ الْأَرْضِ كُرَوِيَّةٍ وَتَظْهَرُ هَذِهِ الْإِزْهَاصَاتُ
الْمُبَكَّرَةُ لِعِلْمِ الْخَرَائِطِ عَلَى الْيَسَارِ .



كُرَّةُ مَارْتِنِ بِيَهَايمَ

وَفِي عَامِ ١٤٩٢ ، صَنَعَ بِيَهَايمَ نَمُودَجًا لِكُرَّةِ
أَرْضِيَّةٍ (أَسْفَلَ) بِنَاءً عَلَى خَرَائِطِ بَطْلِيمُوسَ ،
وَضَمَّنَهَا آخِرَ الْمَعْلُومَاتِ الْجُغْرَافِيَّةِ فِي ذَلِكَ
الْوَقْتِ . وَلَكِنَّهَا لَمْ تَتَضَمَّنِ الْقَارَتَيْنِ الْأَمْرِيكِيَتَيْنِ
لَا كِتْشَافَهُمَا فِي نَهَايَةِ الْعَامِ الْمَذْكُورِ .

أَطْلَسَ جِيرَارْدِسَ مَرْكَاثُورَ (١٥٨٥)

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ لِمَرْكَاثُورَ (١٥٣٨)

الْكُرَّةُ الْأَرْضِيَّةُ لِمَارْتِنِ بِيَهَايمَ (١٤٩٢)

خَرَائِطُ بُوْرْتُولَانَ (١٣٠٠)

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ لِلْجُغْرَافِيِّ الْعَرَبِيِّ الْإِدْرِيْسِيِّ (١١٦١)

خَرِيطَةُ الْيَابَانِ لِحِيُوكِي (الْقَرْنُ الثَّامِنُ)

لَوْحَةُ بِيُونْتَجَرِ ، خَرِيطَةُ طَرِيقِ رُومَانِيَةِ (الْقَرْنُ الرَّابِعُ)

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ لِبَطْلِيمُوسَ (الْقَرْنُ الثَّانِي)

الْكُرَّةُ الْأَرْضِيَّةُ لِكْرِيْتِسَ (١٥٠ ق . م .)

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ لِإِرَاثُوسِيثِيَسَ (٢٥٠ ق . م .)

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ لِهِيكَائِيُوسَ (٥٥٠ ق . م .)

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ الْبَابِلِيَّةُ (٦٠٠ ق . م .)

خريطة جيوكي

تُنسب هذه الخريطة (يمين) إلى كاهن بوذي عاش في القرن الثامن الميلادي، يُدعى جيوكي بوسايسو. وهي أقدم خريطة معروفة لليابان. وتوضح أسماء وحدود المدن والمناطق والطرق الموصلة بينها.

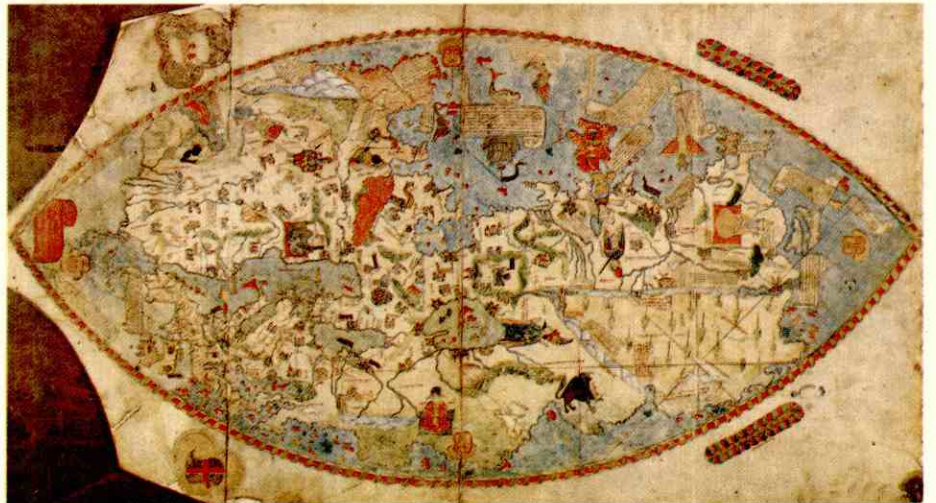


خريطة العالم لبطليموس

كان بطليموس هو الفلكي والجغرافي الأول الذي وضع مفاهيم خطوط الطول والعرض والمساقط. وظلت خرائطه مفقودة من القرن الثاني حتى عام ١٤١٣ حين استُخدمت لصناعة خرائط مثل التي تراها إلى اليسار في عصر النهضة.

لوحة بورثولان

خريطة العالم (يمين) المرسومة عام ١٤٥٧، تُعرف باسم لوحة بورثولان، وهي خريطة ملاحة توضح اتجاهات البوصلة الزاوية وقد رُسمت أقدم الخرائط الملاحة في إيطاليا عام ١٣٠٠، واستُخدمت الخطوط المستقيمة لبيان اتجاه الرياح. وقد ساعدت الملاحين في تحديد وجهاتهم.



مَا هُوَ مَسْقُطٌ مِرْكَاتُورٌ؟

مُحَدَّيَّةٌ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ مِثْلَ وَضْعِهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ ، فَإِنَّهَا تَظْهَرُ كَحُطُوطٍ رَاسِيَّةٍ مُتَوَازِيَةٍ . وَلِهَذَا ، فَكُلُّ الْمَسَافَاتِ شَرْقًا وَغَرْبًا (مَا عدا عَلَى حُطِّ الاسْتِواءِ) تَسْتَطِيلُ ، وَتَزْدَادُ اسْتِطَالَتُهَا نَحْوَ الْقُطْبَيْنِ .

وَدَوَائِرُ الْعَرْضِ أَيْضًا تَتَشَوُّهُ فَتَزْدَادُ الْمَسَافَةُ بَيْنَهَا حَسَبَ بُعْدِهَا عَنِ حُطِّ الاسْتِواءِ . وَنَتِيجَةً لَذَلِكَ ، فَإِنَّ أَقَالِيمَ الْعُرُوضِ الْعُلْيَا تَظْهَرُ أَكْبَرَ بَكْثِيرٍ مِنْ مِثْلِهَا فِي الْمَسَاحَةِ فِي الْعُرُوضِ الدُّنْيَا ، فَجَرِينْلَانْدُ — مَثَلًا — أَقْلٌ مِنْ $\frac{1}{12}$ مِنْ مَسَاحَةِ قَارَةِ أَمْرِيكََا الْجَنُوبِيَّةِ ، وَلَكِنَّهَا تَتَضَخَّمُ عَلَى خَرِيْطَةِ مِرْكَاتُورٍ إِلَى مَسَاحَةٍ أَكْبَرَ عِدَّةَ مَرَّاتٍ مِنْ هَذِهِ الْقَارَةِ .

رَسَمَ الْجُغْرَافِيُّ الْفَلَمَنْكِيُّ جِيرَارْدُسُ مِرْكَاتُورَ عَامِ ١٥٦٩ مَسْقُطِ مِرْكَاتُورٍ ، وَهُوَ خَرِيْطَةٌ تُبَيِّنُ حُطُوطَ الطُّوْلِ وَالْعَرْضِ الَّتِي تُكُونُ مَعًا مُرَبَّعَاتٍ أَوْ مُسْتَطِيلَاتٍ . وَهَذَا الْمَسْقُطُ يُنَاسِبُ الْخَرَائِطَ الْمَلَاخِيَّةَ ، لِأَنَّ أَى حُطٍّ مُسْتَقِيمٍ يَصِلُ بَيْنَ نَقْطَتَيْنِ عَلَى خَرِيْطَةِ مِرْكَاتُورٍ ، يَصْنَعُ نَفْسَ الزَّاوِيَةِ مَعَ أَى حُطٍّ زَوَالٍ يَقْطَعُهُ . وَهَذَا الْحُطُّ مُتَسَاوِي الْمِيلِ كَمَا يُسَمَّى — يُعْطَى الْمَلَاخِيْنَ طَرِيقًا يُمَكِّنُ اتِّبَاعَهُ بِالْحِفَافِ عَلَى اتِّجَاهٍ ثَابِتٍ لِلْبُوصَلَةِ . وَرَغْمَ كُلِّ مُمَيِّزَاتِهِ ، فَإِنَّ مَسْقُطَ مِرْكَاتُورٍ يُشَوِّهُ أَشْكَالَ وَأَحْجَامَ الْمُحِيطَاتِ وَالْقَارَاتِ . وَبَدَلًا مِنْ ظُهُورِ حُطُوطِ الزَّوَالِ

جَرِينْلَانْدُ

تَكْبِيرُ مِرْكَاتُورٍ

تُوضِّحُ الدَّوَائِرُ الْحُمْرَاءُ كَيْفَ يَزْدَادُ مِقْدَارُ الْمَسَاحَةِ بِازْدِيَادٍ بُعْدِهَا عَنِ حُطِّ الاسْتِواءِ .

طَرِيقُ دَائِرَةِ عُظْمَى (أَقْصَرُ طَرِيقٌ)

حُطٌّ مُتَسَاوِي الْمِيلِ

دَائِرَةُ
عُظْمَى

اِسْتِهَاجُ الْبَحَارِ

خَرِيْطَةُ مِرْكَاتُورٍ تُشَوِّهُ مَسَاحَاتِ الْقَارَاتِ بِشَاعَةٍ ، وَالْمَسَاحَاتُ الْبَرْتُقَالِيَّةُ الثَّلَاثُ (أَعْلَى) هِيَ مَسَاحَاتٌ مُتَسَاوِيَةٌ . وَخَرِيْطَةُ مِرْكَاتُورٍ أَدَاةٌ مَلَاخِيَّةٌ نَافِعَةٌ جِدًّا . وَحُطُّ مُتَسَاوِي الْمِيلِ الْوَاصِلُ بَيْنَ نَقْطَتَيْنِ يُبَيِّنُ أَقْصَرَ مَسَافَةٍ بَيْنَهُمَا . وَلَكِنَّهُ عَلَى الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ يَظْهَرُ كَدَائِرَةِ عُظْمَى ، أَى حُطٍّ تَقَاطَعُ سَطْحَ الْأَرْضِ مَعَ الْمُسْتَوَى الْمَارِّ بِمَرْكَزِ الْأَرْضِ .

مَسْقَطُ دُو مِسَاحَةٍ مُتَسَاوِيَةٍ

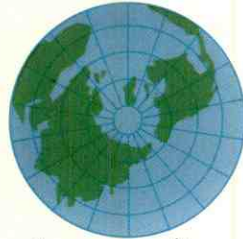
خَرِيطَةُ الْمَسَاقِطِ ذَاتِ الْمِسَاحَةِ
الْمُتَسَاوِيَةِ ، تُوضِّحُ النَّسَبَ بَيْنَ
مِسَاحَاتِ الْمَنَاطِقِ بِكُلِّ دَقَّةٍ .
وَحَرِيطَةُ مِحْوَرِ الْمَيْلِ (أَقْصَى
يَمِين) ، تُبَيِّنُ بِدَقَّةٍ أَنَّ أَسْتْرَالِيَا أَكْبَرُ
كَثِيرًا مِنْ جَرِينْلَانْد . وَلِتَحْدِيدِ
الْبُعْدِ بَيْنَ أَيْ نَقْطَتَيْنِ يُسْتَعْمَلُ
مَقْيَاسُ رَسْمٍ (أَسْفَل) .

١٢٥٠٠ ١٠٠٠ ٥٠٠ صفر (كم)

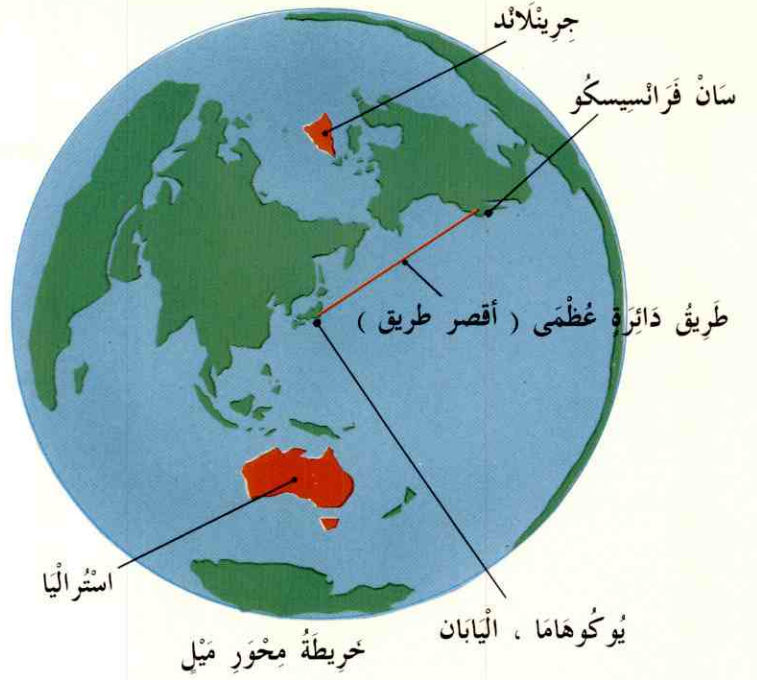
١ كم = ٠,٦٢١٤ ميلا



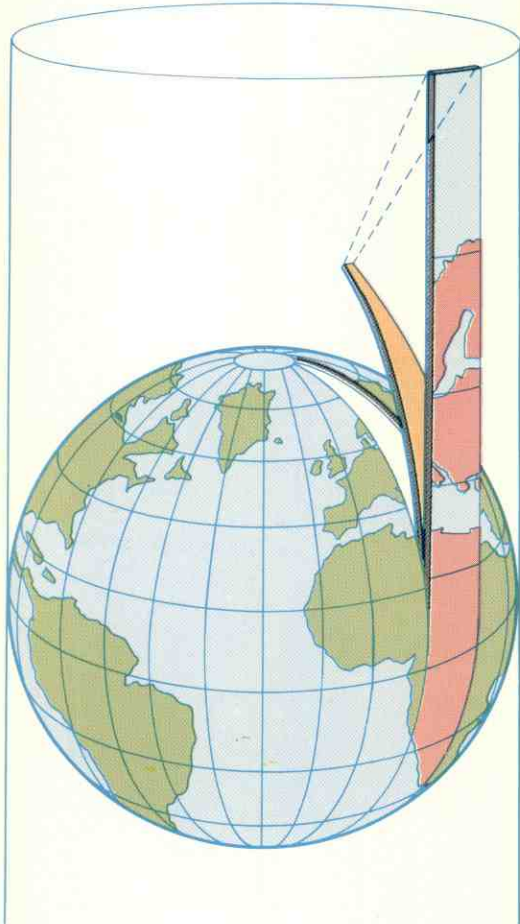
خَرِيطَةُ مِحْوَرِ عَرْضِيٍّ



خَرِيطَةُ مِحْوَرِ رَئِيسِيٍّ

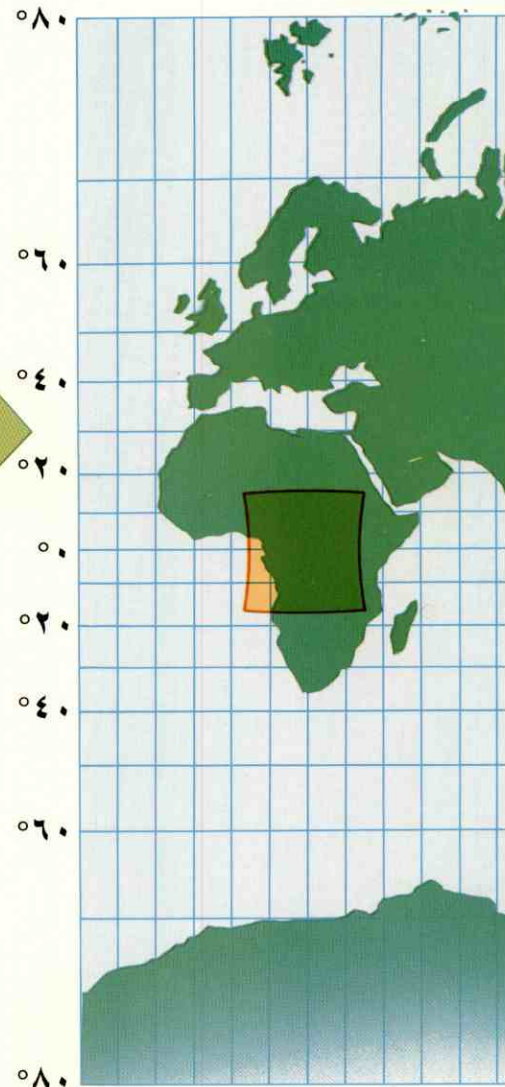
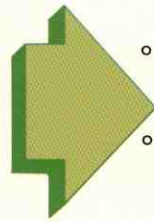
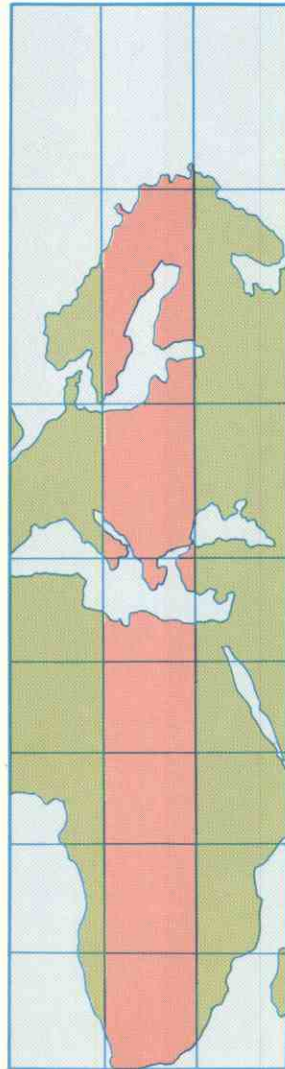


تشويه ، على مسقط مركزا ثور

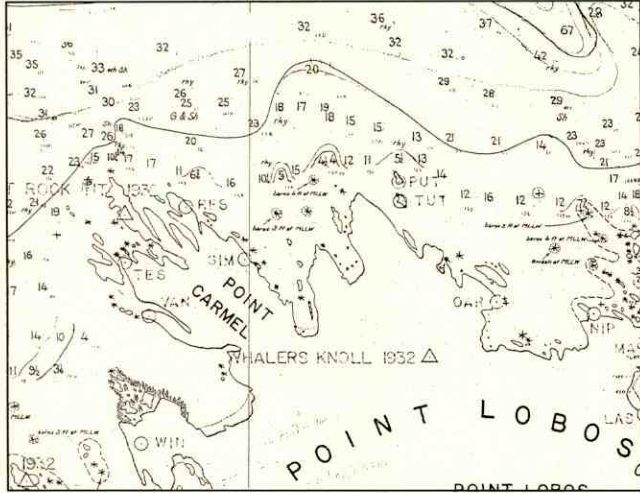


رَسْمُ مَسْقَطِ مِرْكَاثُور

يُمْكِنُ تَوْضِيحُ مَسْقَطِ مِرْكَاثُور ، بِفَضْلِ شَرِيحَةٍ مِنْ
سَطْحِ الْكَوْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ بَيْنَ خَطِّي طُولٍ (أَعْلَى) . ثُمَّ
يُمَدُّ الْخَطَّانِ لِيَكُونَا خَطَّيْنِ مُتَوَازِيَيْنِ . وَلِمُعَادَلَةِ هَذَا
الْتِمَدُّدِ فَإِنَّ خُطُوطَ الْعَرْضِ يَجِبُ أَنْ يَزْدَادَ بُعْدُهَا عَنْ
بَعْضِهَا كُلَّمَا بَعُدَتْ عَنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ (يَمِين) .



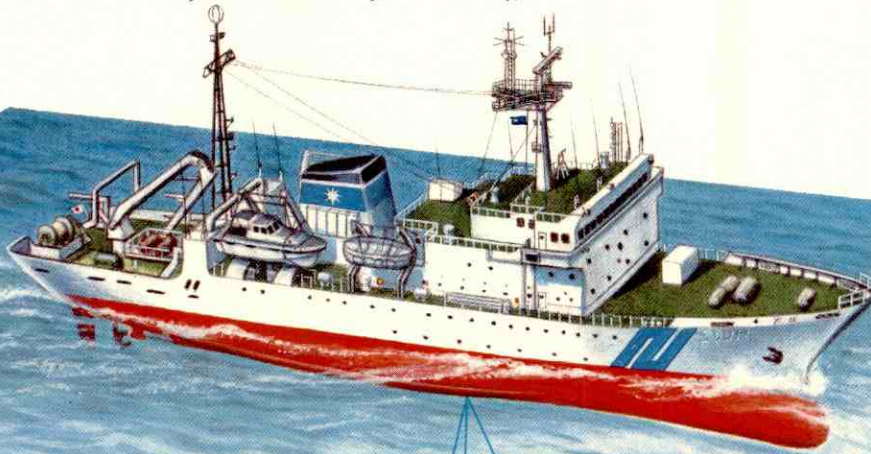
كَيْفَ تُعَدُّ خَرَائِطُ الْمِلَاحَةِ الْبَحْرِيَّةِ ؟



سَفِينَةُ مَسْحٍ (أَسْفَلَ) تُسْتَخْدَمُ مِسْبَارَ أَعْمَاقٍ مُتَعَدِّدِ الْأَشْيَعَةِ
لِرَسْمِ خَرَائِطِ الْعُمُقِ . يُقَاسُ الْعُمُقُ بِالْقَامَةِ (٦ أَقْدَامَ) .

يَهْتَدَى الْمَلَّاحُونَ بِالْخَرَائِطِ الْمِلَاحِيَّةِ الْمُصَمَّمةِ خِصِيصًا
لِلْمِلَاحَةِ الْبَحْرِيَّةِ . وَأَوَّلُ خُطْوَةٍ فِي إِتْجَاحِ هَذِهِ
الْخَرَائِطِ ، تَبْدَأُ بِمَسْحٍ لِتَحْدِيدِ حُدُودِ الْمِيَاهِ . يَلِي
ذَلِكَ ، قِيَامُ سَفْنِ الْمَسْحِ بِقِيَاسِ الْأَعْمَاقِ بِاسْتِخْدَامِ
أَجْهَزةٍ صَوْتِيَّةٍ ، وَمَسْحِ السَّوَاكِحِلِ بِالتَّصْوِيرِ الْجَوِيِّ ، ثُمَّ
تَحْدِيدُ الشَّمَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ . وَأَخِيرًا ، تُجْمَعُ بَيِّنَاتٌ عَنِ
الْمَدِّ وَالْجُزْرِ ، وَالتَّيَّارَاتِ الْبَحْرِيَّةِ ، وَأَمَاكِنِ الْفَنَارَاتِ
وَالشَّمَنْدُورَاتِ وَالْعَوَائِقِ الْمَوْجُودَةِ تَحْتَ سَطْحِ الْمَاءِ .
وَتُرَاجَعُ الْخَرِيطَةُ دَوْرِيًّا ، لِتُعْدِلَ أَى تَغْيِيرَاتٍ فِي
السَّوَاكِحِلِ أَوْ الْأَعْمَاقِ .

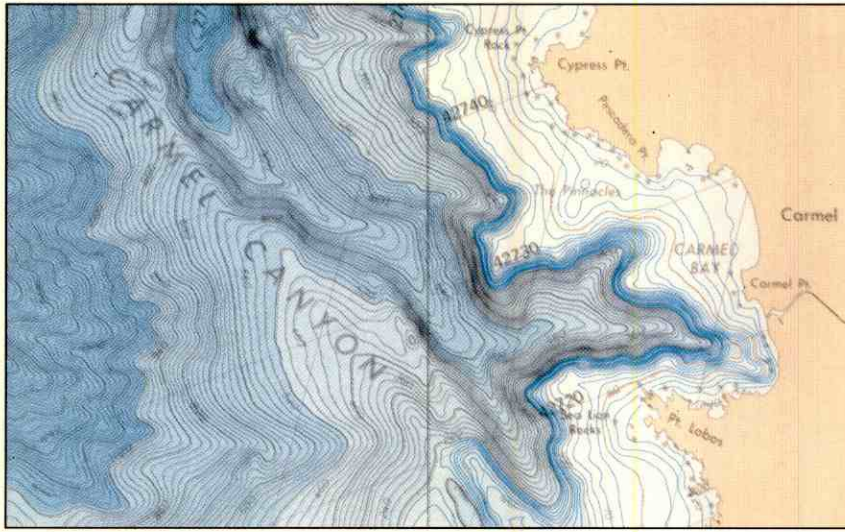
قِيَاسُ الْأَعْمَاقِ بِالصَّوْتِ الْمُنْعَكِسِ



شُعَاعٌ مُرْسَلٌ

شُعَاعٌ مُرْسَلٌ

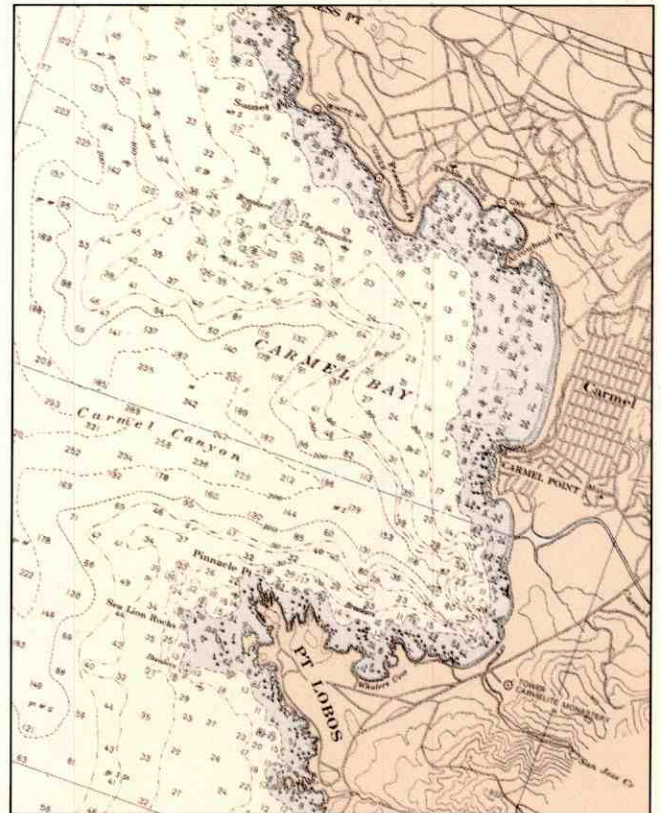
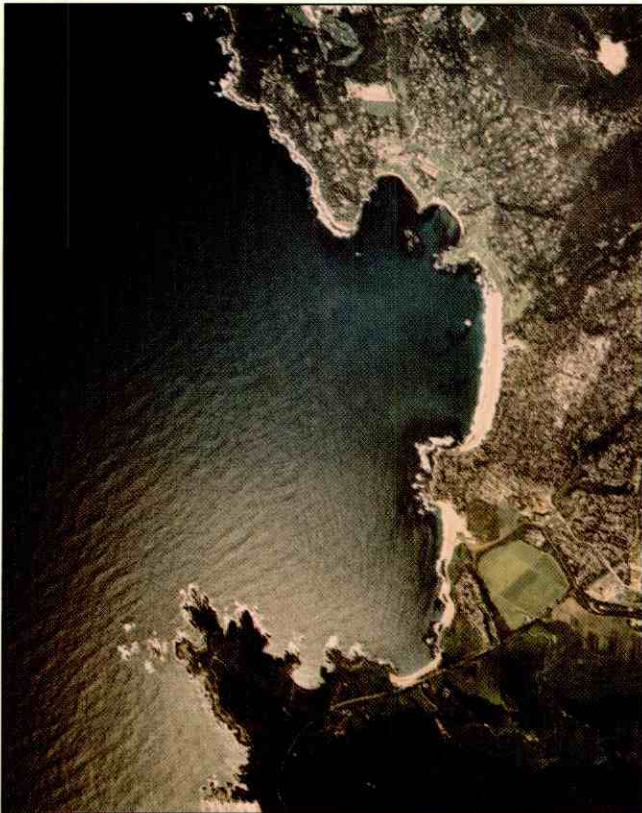
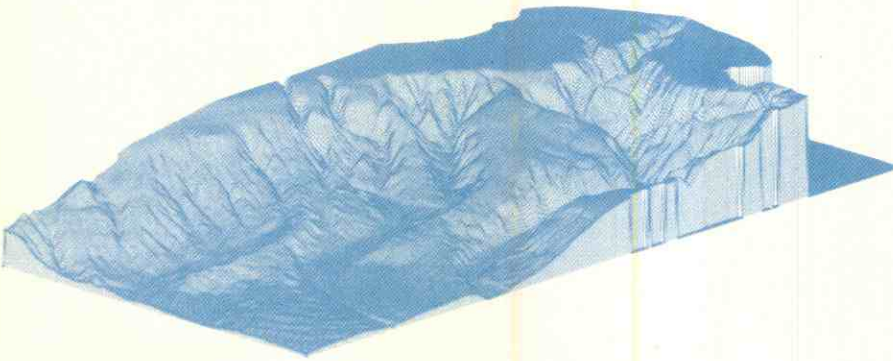
مِنْطَقَةٌ يَتِمُّ مَسْحُهَا



٠ - ٣٣٠ قدم
٣٣٠ - ٦٥٠ قدم
٦٥٠ - ١٦٥٠ قدم
١٦٥٠ - ٣٣٠٠ قدم
٣٣٠٠ - ٦٥٠٠ قدم
٦٥٠٠ - ١٠٠٠٠ قدم
أكثر من ١٠٠٠٠ قدم

مَنَاطِرُ الْأَجْزَاءِ غَيْرِ الْمَرْتَبَةِ تَدْرُجُ الْعُمُقِ

تَهْدَفُ الْمُسَوِّحَاتُ الْهَيْدُرُوجَرَفِيَّةُ أَساساً إِلَى عَمَلِ خَرِيطَةِ الْأَعْمَاقِ وَهِيَ خَرِيطَةُ طُبُوغَرَفِيَّةِ لِقَاعِ الْبَحْرِ . وَتُوصَلُ أَعْمَاقُ الْقَاعِ الْمُتَمَاطِلَةُ مَعاً بِخُطُوطِ الْمَنَاسِبِ . وَالْخُطُوطُ الْمُتَبَاعِدَةُ تَدُلُّ عَلَى انْحِدَارٍ مُتَدَرِّجٍ فِي قَاعِ الْبَحْرِ ، بَيْنَمَا تَدُلُّ الْخُطُوطُ الْمُتَقَارِبَةُ عَلَى انْحِدَارٍ شَدِيدٍ . وَمَنَاسِبُ الْأَعْمَاقِ تُظْهِرُ حَجْمَ وَشَكْلَ وَتَوَزِيعَ جَمِيعِ أَنْوَاعِ مَلَامِيحِ الْقَاعِ ، مِنْ الْأَخَادِيدِ إِلَى خُطُوطِ التَّصَدُّعِ إِلَى الْعُرُوقِ الْمَعْدِنِيَّةِ . وَإِذَا كَانَتْ بَيِّنَاتُ الْأَعْمَاقِ بِتَفَاصِيلٍ كَافِيَةٍ ، يُمَكِّنُ مُعَالَجَتَهَا بِالْحَاسِبِ الْآلِيِّ ، لِتُعْطَى مَنْظَرًا ثَلَاثِيَّ الْأَبْعَادِ لِقَاعِ الْمُحِيطِ (يسار) .



خَرِيطَةُ الْبَحْرِ النَّهَائِيَّةُ وَبِهَا جَمِيعُ الْبَيِّنَاتِ الَّتِي جُمِعَتْ بِوَسَائِلِ مُخْتَلَفَةٍ مِنْهَا التَّصْوِيرُ الْجَوِّي ، وَمَسْبَرُ الْأَعْمَاقِ ، وَالْمَسْحُ الْمَغْنَطَيْسِيُّ وَهَنَكَ طَبَعَاتُ حَدِيثَةٍ تُنَشَرُ سَنَوِيًّا لِلْمَنَاطِقِ كَثِيفَةِ الْحَرَكَةِ الْمِلَاحِيَّةِ كَسَاحِلِ كَالِيْفُورْنِيَا أَوْ مِينَاءِ نِيُورُوكِ . 19

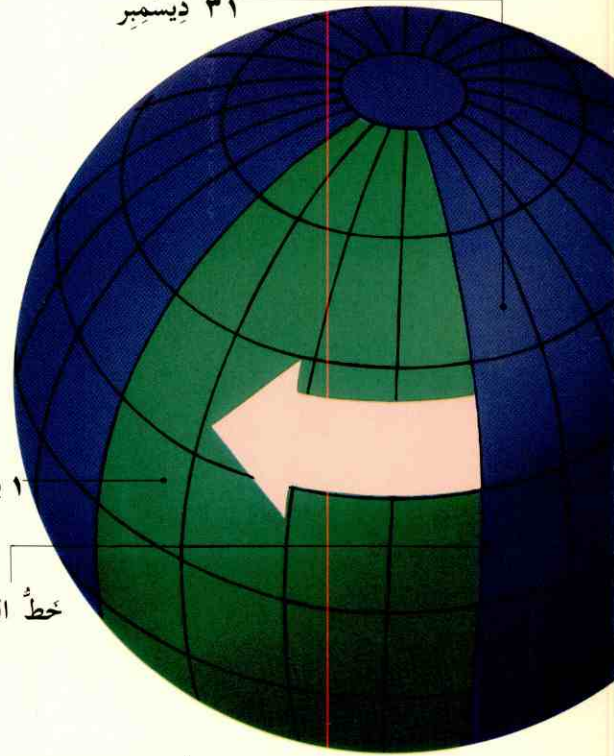
صُورَةٌ مِنَ الْجَوِّ لَخَلِيجِ كَارْمِلَ فِي كَالِيْفُورْنِيَا . وَمِثْلُ هَذِهِ الصُّورِ تُمَكِّنُ رَسَامِيَ الْخَرَائِطِ مِنْ قِيَاسِ طُبُوغَرَفِيَّةِ السَّوَاكِحِ . وَتُبَيِّنُ الصُّورُ أَمَاكِنَ الْمُسَاعِدَاتِ الْمِلَاحِيَّةِ كَالْفَنَارَاتِ ، وَالْعَوَائِقِ كَحُطَّامِ السُّفُنِ . وَكِلَاهُمَا مَعْلُومَاتٌ حَيَوِيَّةٌ فِي الْخَرِيطَةِ . ١٩

لِمَاذَا ابْتَكُرَتِ الْمَنَاطِقُ الزَّمَنِيَّةُ؟

فَجُرَّ يَوْمٌ جَدِيدٌ

تَوَلَّدَ جَمِيعُ الْأَيَّامِ بَعْدَ مُنْتَصَفِ اللَّيْلِ ، عَلَى حَظِّ التَّارِيخِ الدَّوْلِيِّ ، وَتَزِيدُ إِلَى الْغَرْبِ . وَفِي الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ (أَسْفَلَ) عُمُرُ الْيَوْمِ الْحَدِيدِ ٤ سَاعَاتٍ فَقَطْ . وَمَعَ دَوْرَانِ الْأَرْضِ ، سَوْفَ يُعْطَى الْيَوْمُ الْجَدِيدُ أَجْزَاءً أُخْرَى مِنَ الْأَرْضِ ، بَيْنَمَا يَصْغُرُ الْيَوْمُ السَّابِقُ تَدْرِيجِيًّا ، حَتَّى يَخْتَفِيَ عِنْدَ حَظِّ التَّارِيخِ .

٣١ دَيْسَمِير



١ يَنَابِر

جَدِيدٌ .

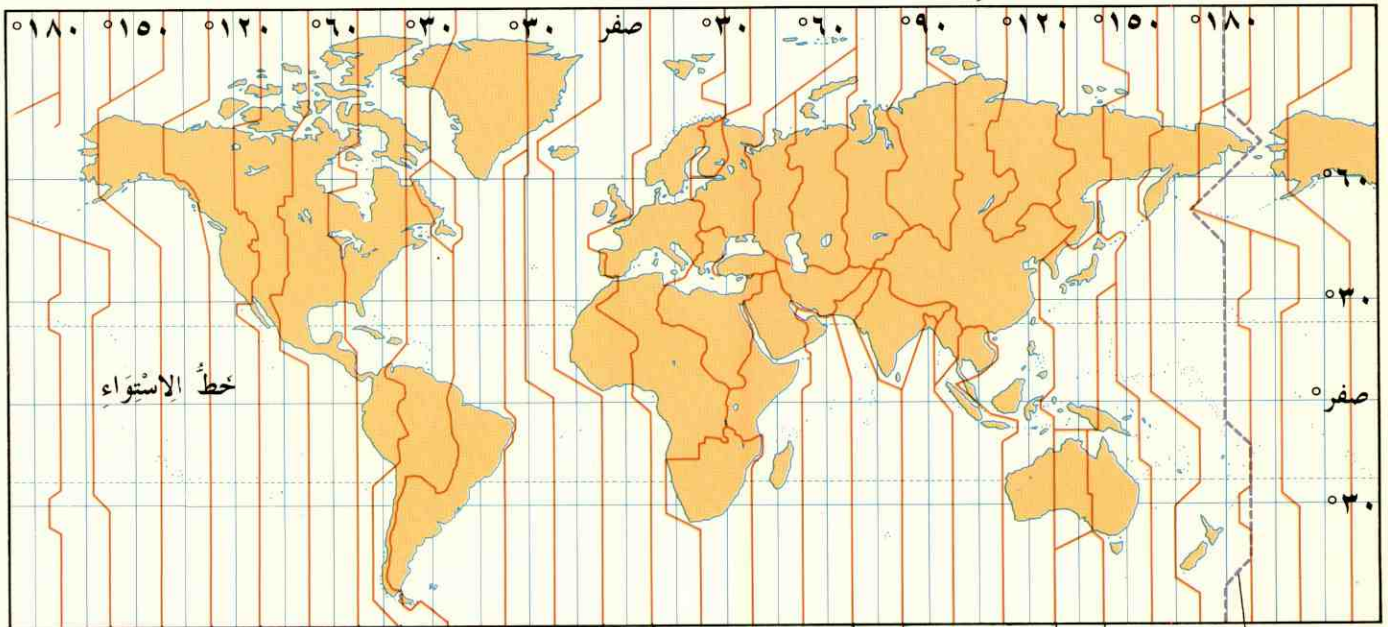
حَظُّ التَّارِيخِ الدَّوْلِيِّ

يُرْتَبِطُ الْوَقْتُ بِحُطُوطِ الطُّولِ . وَتَدُورُ الْأَرْضُ دَوْرَةً كَامِلَةً أَوْ ٣٦٠° مِنْ حُطُوطِ الطُّولِ ، كُلُّ ٢٤ سَاعَةً . وَبِذَلِكَ فَإِنَّ كُلَّ سَاعَةٍ تُعَادِلُ ١٥° مِنْ حُطُوطِ الطُّولِ ، أَيْ أَنَّ الْأَرْضَ تَدُورُ دَرَجَةً وَاحِدَةً مِنْ دَرَجَاتِ الطُّولِ كُلُّ ٤ دَقَائِقَ .

وَيُضَبِّطُ الْوَقْتُ عِنْدَ أَيِّ نَقْطَةٍ بِتَحْدِيدِ الظَّهْرِ عِنْدَمَا تُكُونُ الشَّمْسُ فَوْقَ حَظِّ الزَّوَالِ عِنْدَ هَذِهِ النِّقْطَةِ مُبَاشَرَةً . وَلَا تُسْتَحْدَمُ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ ، لِأَنَّهُ سَيَنْتُجُ عَنْهَا أَوْقَاتٌ مُخْتَلِفَةٌ لِكُلِّ حُطُوطِ الطُّولِ الـ ٣٦٠ . وَبَدَلًا مِنْ ذَلِكَ ، قُسِّمَتِ الْأَرْضُ إِلَى ٢٤ مَنَاطِقَةً زَمَنِيَّةَةً تُمَثِّلُ الـ ٢٤ سَاعَةَ لِلْيَوْمِ ، لِكُلِّ مَنَاطِقَةٍ ١٥° . وَيَكُونُ الْوَقْتُ وَاحِدًا عَلَى طُولِ كُلِّ مَنَاطِقَةٍ . وَقَدْ وَافَقَتْ ٢٧ دَوْلَةً فِي مُؤْتَمَرِ حُطُوطِ الزَّوَالِ الدَّوْلِيِّ عَامَ ١٨٨٤ عَلَى نِظَامِ الْمَنَاطِقِ الزَّمَنِيَّةِ . فَاتَّخَذَ الْمُؤْتَمَرُ مِنْ حَظِّ الزَّوَالِ الْمَارِّ بِجَرِينِيْتِش بِإِنْجِلْتِرَا ، كَحَظِّ الزَّوَالِ الْإِبْتِدَائِيِّ أَيْ حَظِّ طُولِ ٠° ، لِقِيَاسِ حُطُوطِ الطُّولِ وَالْوَقْتِ . وَحَظُّ الزَّوَالِ رَقْمَ ١٨٠ وَالَّذِي يَقَعُ فِي مُنْتَصَفِ الْمَسَافَةِ حَوْلَ الْعَالَمِ مِنْ جَرِينِيْتِش ، يُسَمَّى حَظُّ التَّارِيخِ الدَّوْلِيِّ . وَهُوَ الْمَكَانُ الَّذِي يَنْتَهِي عَنْدهُ الْيَوْمُ وَيَبْدَأُ يَوْمٌ جَدِيدٌ .

قَدْ تَخْرُجُ حُدُودُ الْمَنَاطِقِ الزَّمَنِيَّةِ عَنْ حُطُوطِ الزَّوَالِ الَّتِي تُقَسِّمُ الْأَرْضَ إِلَى ٢٤ مَنَاطِقَةً زَمَنِيَّةَةً (أَسْفَلَ) ، وَذَلِكَ لِكَيِّ تَتَأَلَّمَ مَعَ الْحُدُودِ السِّيَاسِيَّةِ أَوْ الْمَحَلِّيَّةِ .

حُدُودُ الْمَنَاطِقِ الزَّمَنِيَّةِ



لُوس أَنجِيلِيس هُونُولُولُو
٣١ دَيْسَمِير
٨ مَسَاءً ٦ مَسَاءً

نِيُيُورُوكْ
٣١ دَيْسَمِير
١١ مَسَاءً

لُنْدُنْ
١ يَنَابِر
٤ صَبَاحًا

دَكَا
١ يَنَابِر
١٠ صَبَاحًا

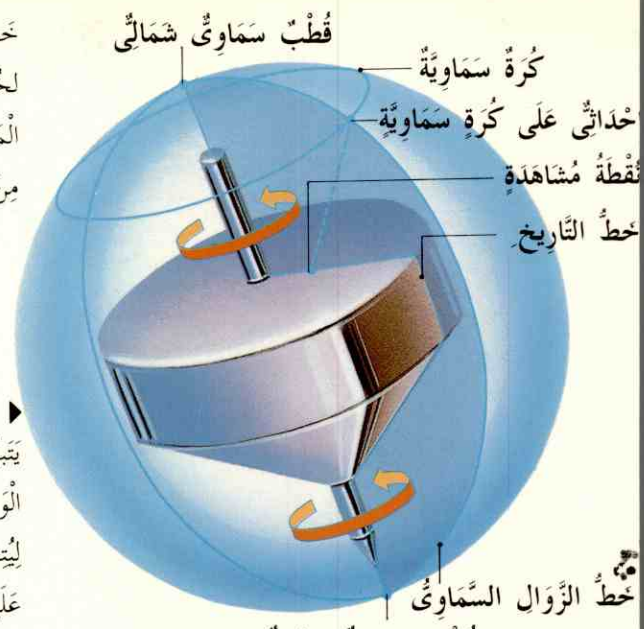
طُوكْيُو
١ يَنَابِر
١ مَسَاءً

حَظُّ التَّارِيخِ الدَّوْلِيِّ



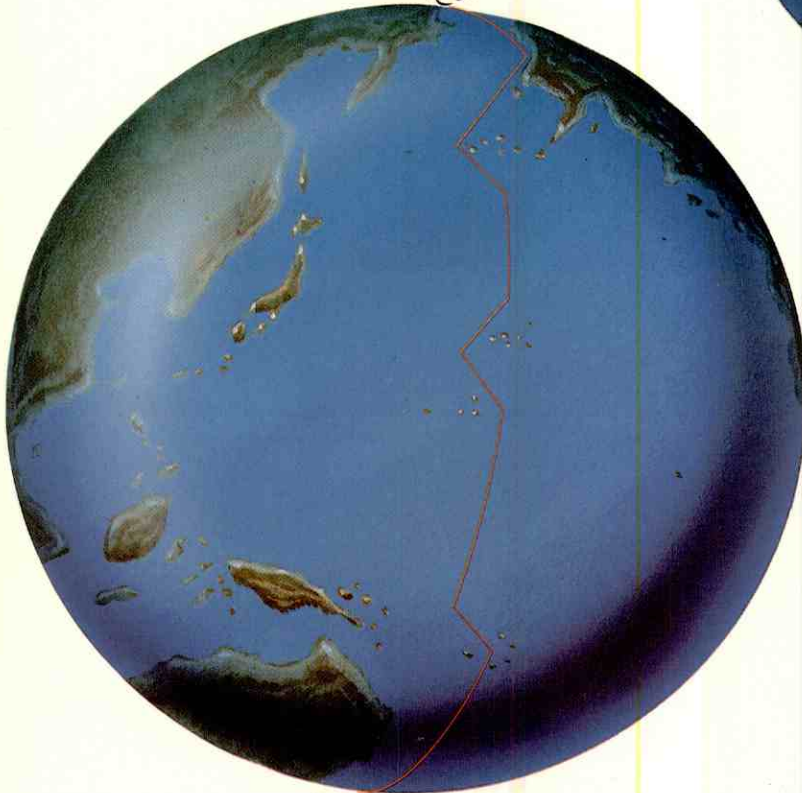
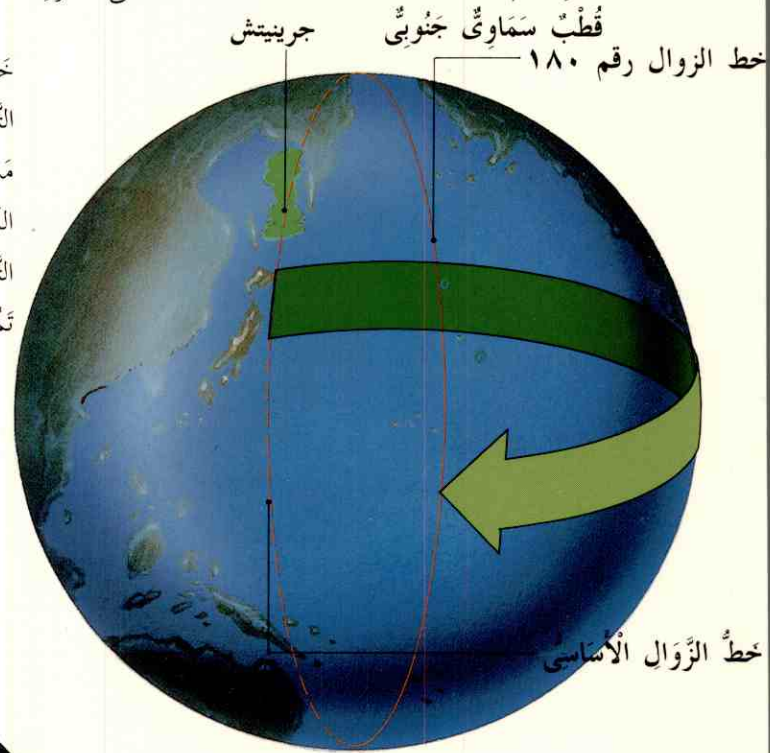
خَطُّ الزَّوَالِ الْأَسَاسِيّ ، هُوَ نَقْطَةُ الصَّفَرِ
لِخُطُوطِ الطُّولِ ، وَيَمُرُّ بِالْمَرَصِدِ
الْمَلِكِيِّ فِي جَرِينِيْش (يَسَار) بِالْقُرْبِ
مِنْ لَنْدُن ، إِِنْجَلْتْرَا .

يَبَيِّنُ مِنْ هَذَا الرَّسْمِ أَنَّ ، الْيَوْمَ هُوَ
الْوَقْتُ الَّذِي يَسْتَعْرِفُهُ خَطُّ زَوَالٍ مُعَيَّنٌ
لِيَتِمَّ دَوْرَةٌ كَامِلَةٌ بِالنَّسْبَةِ إِلَى إِحْدَائِي
عَلَى الْكُرَةِ السَّمَاوِيَّةِ .



خَطُّ الزَّوَالِ رَقْم ١٨٠ ، هُوَ الْأَسَاسُ لِخَطِّ
التَّارِيخِ الدَّوْلِيِّ ، يَمُرُّ فِي مَنَاطِقَةٍ تَكَادُ تَكُونُ غَيْرَ
مَسْكُونَةٍ ، هِيَ الْمُحِيطُ الْهَادِي . وَكَمَا تَظْهَرُ
الْكُرَةُ الْأَرْضِيَّةُ الشَّفَافَةُ (يَمِين) ، فَإِنَّ خَطَّ
التَّارِيخِ هُوَ جُزْءٌ مِنْ نَفْسِ الدَّائِرَةِ الْعُظْمَى الَّتِي
تَمُرُّ بِخَطِّ الزَّوَالِ الْأَسَاسِيِّ الْمَارِّ بِجَرِينِيْش .

يَمُرُّ خَطُّ التَّارِيخِ الدَّوْلِيِّ عِبْرَ مَجْمُوعَاتٍ مِنْ
الْجُزُرِ فِي الْمُحِيطِ الْهَادِي ، وَقَدْ جَعَلَ مَسَارَهُ
مُتَعَرِّجًا حَوْلَ كُلِّ مَجْمُوعَةٍ مِنْهَا (أَسْفَل) وَذَلِكَ
حَتَّى يَكُونَ فِي كُلِّ مَجْمُوعَةٍ ، نَفْسُ الْيَوْمِ مِنْ
الْأُسْبُوعِ .



خَطُّ الزَّوَالِ رَقْم ١٨٠ يَخْتَرِقُ جُزُرَ فِجِي .

كَيْفَ تَصْنَعُ خَرَائِطَ الْحَاسِبِ الْآلِيَّ؟

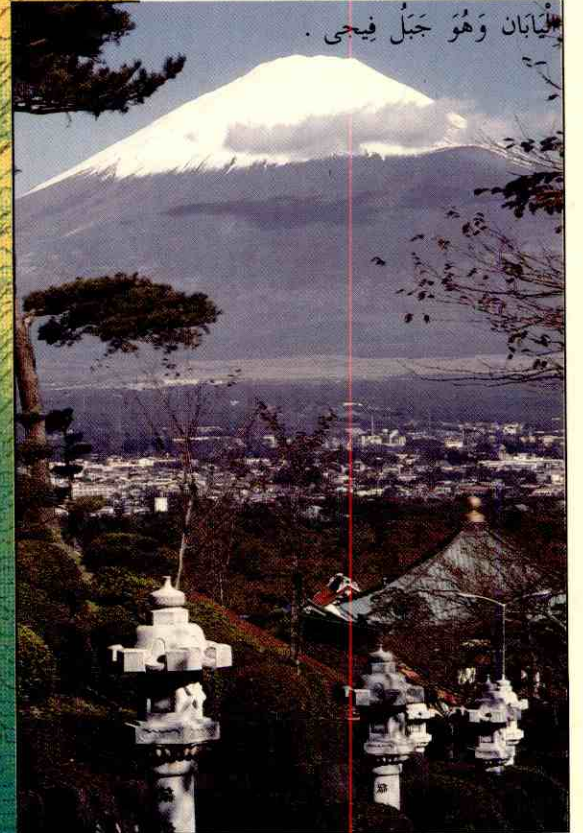
وَلرَّسَامِي الخَرَائِطِ مَجَالٌ وَاسِعٌ لِلإِخْتِيَارِ أَثْنَاءَ
المَعَالِجَةِ بِالْحَاسِبِ ، مِثْلُ مَنَاطِرِ مُونْتِ فِيجِي
المُوضَّحَةِ هُنَا . وَيُمْكِنُ تَحْوِيلُ بَيَانَاتِ رَقْمِيَّةٍ
لِخَرِيطَةٍ ، إِلَى رَسْمٍ عَلَى الْوَرَقِ ، أَوْ إِلَى صُورٍ
عَلَى مِيكْرُوفِيلْمٍ . وَخَرَائِطُ أُخْرَى يُمَكِّنُ عَرْضُهَا
عَلَى شَاشَاتِ الْحَاسِبِ أَوْ التَّلِفِزِيَّوْنَ ، وَبِصِفَةِ
خَاصَّةٍ خَرَائِطُ التَّنْبُؤِ بِالطَّقْسِ .

عَلَّمَ الْحَاسِبِ الْآلِيَّ الْحَدِيثُ أَحَدَتْ ثَوْرَةً فِي
الْفَنِّ الْقَدِيمِ لِرَسْمِ الخَرَائِطِ . فَلَمْ يَعْذُ مِنْ
الضَّرُورِيِّ أَنْ تُرَسَّمَ بِالْيَدِ كُلُّ تَفَاصِيلِ الخَرِيطَةِ .
وَبَدَلًا مِنْ ذَلِكَ ، يُغْدَى الْحَاسِبُ بِالْبَيَانَاتِ الَّتِي
تُجْمَعُ خِلَالِ عَمَلِيَّاتِ الْمَسْحِ ، أَوْ تُمَسَحُ
الخَرَائِطُ الْحَالِيَّةُ صَوْنِيًّا وَتُدْخَلُ إِلَى الْحَاسِبِ .
وَيُمْكِنُ لِبَعْضِ الْحَاسِبَاتِ اسْتِقْبَالُ صُورِ رَقْمِيَّةٍ
لِلخَرَائِطِ مِنَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ مُبَاشَرَةً .

وَبِمُجَرَّدِ تَأْسِيسِ قَاعِدَةِ بَيَانَاتٍ لِلخَرَائِطِ ، فَإِنَّ
صَانِعَ الخَرَائِطِ يُمَكِّنُهُ مُعَالَجَتُهَا بِطَرِيقٍ مُتَمَيِّزَةٍ .
فَقَاعِدَةُ طُبُوغْرَافِيَّةٍ لَخَرِيطَةٍ ، مَثَلًا ، قَدْ تَحْدُمُ
كَأَسَاسٍ لِصُورَةٍ تُبَيِّنُ غَابَةَ أَمْطَارٍ ،
أَوْ الْمَسَاحَاتِ فَوْقَ ارْتِفَاعٍ مُعَيَّنٍ ، أَوْ اخْتِ
تَوَزِيعِ الطُّيُورِ الطَّنَانَةِ .

الْحَاجَةُ إِلَى الدَّقَّةِ الْبَالِغَةِ

مُونْتِ فِيجِي (أَسْفَلُ) هُوَ بُرْكَانٌ هَامِدٌ
عَلَى جَزِيرَةِ هُونشو وَسَطِ الْيَابَانِ ، وَهُوَ
يَرْتَفِعُ فَوْقَ السُّهُولِ الْمُحِيطَةِ بِهِ . وَعَلَى
ارْتِفَاعِ ١٢٣٩٥ قَدَمًا يَقَعُ أَعْلَى جِبَالِ
الْيَابَانِ وَهُوَ جَبَلُ فِيجِي .

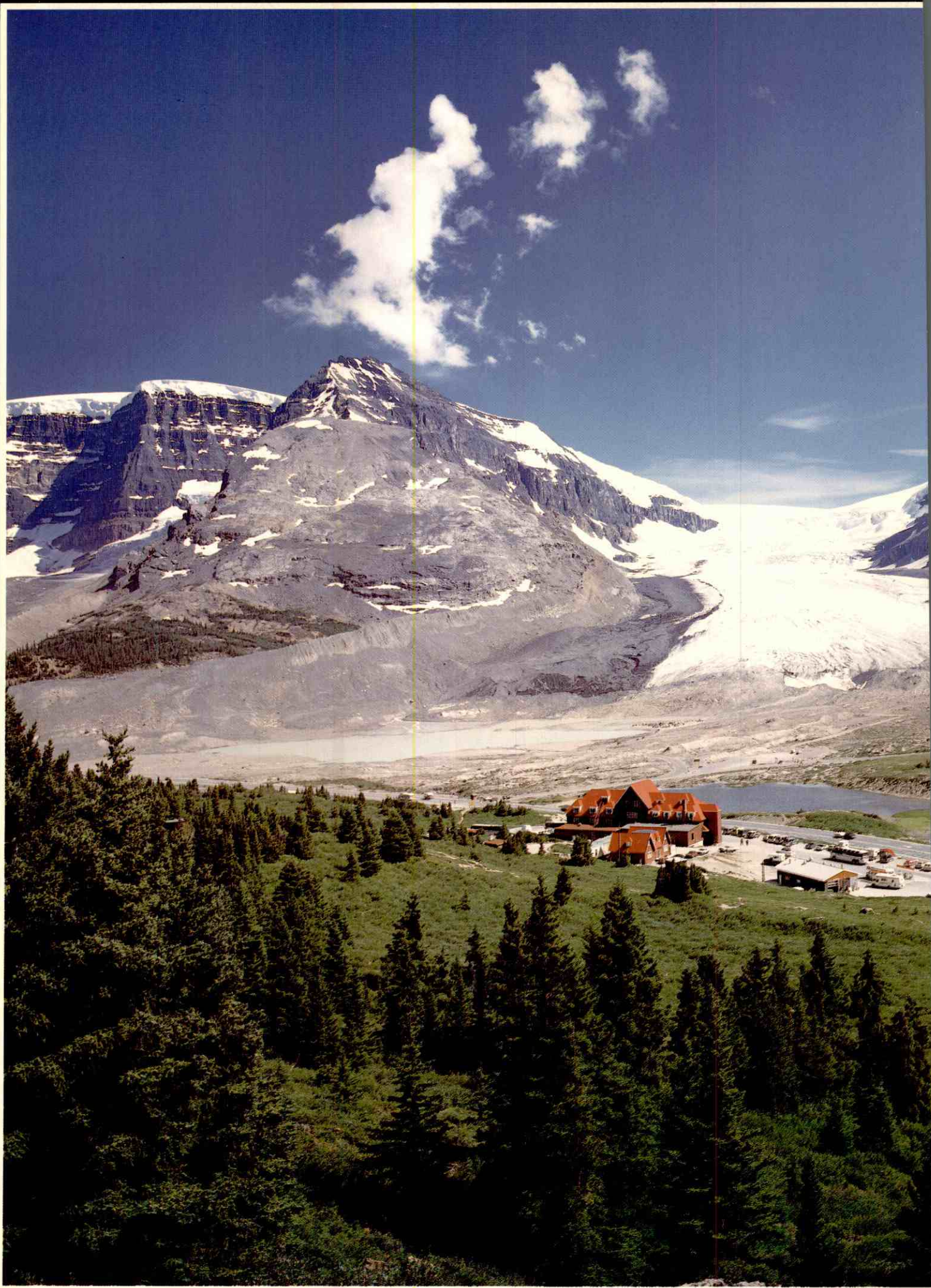


2 قاطعات الحجارة الأرضية الجبارة

تُعتبر الأنهار والتلجّات أدوات نحت قويّة . وباعتبارها وسيطاً في الدّورة العظمى للمياه من المحيطات إلى الهواء إلى الأرض ، وبالعكس ، فإنّها تحوّل الأراضي المحيطة بها ، فتفتت الجبال إلى الوديان ، وتجرّف السهول إلى البحر . والماء الذي يُعطيهما الطّاقة لتؤدي هذا النشاط ، يبدأ كبخار من المحيطات والأنهار والتربة والنباتات . ويتجمّع هذا البخار في سحب ثم يتكثف على شكل مطر أو ثلج ، يسقط بعضه على المحيطات ، أو يتبخر والباقي يتجمّع على الأرض كبحيرات ، أو ينابيع جوفية ، أو غطاءات جليدية ، وكلّها تؤدي إلى تكوين مجارٍ مائية دقيقة تأخذ مسارها إلى أسفل التلال ، وتتجمّع مكونة الجداول فالنهر ثمّ النهر .

والنهر الجارى يجرف الأرض مكوناً أحاديده ومجموعات أخرى من عجائب الطبيعة . وتحمل قشرة التربة وصخور القاعدة التي جرفت مع المجرى لأسفل حيث تكون السهول الواسعة حين تفيض المياه على جانبي النهر . وفي المناطق شديدة البرودة حيث لا تجري الأنهار ، فإن الأرض تنحط بواسطة الماء في شكل تلجّات . وتتحرك هذه الكتل الضخمة من الثلج تحت تأثير وزنها إلى أسفل بفعل الانحدار وتخفر فجوات هائلة تصبح فيما بعد بحيرات أو ودياناً . وتخلّف وراءها كومات من الركام الثلجي تبدو كالجبال في شكلها . وسنبحث في الفصول التالية ، ديناميكية مجرى الأنهار والتلجّات ، والأشكال الأرضية الناتجة عن تشكيل هذه القوى الهائلة لسطح الأرض .

مركز زوار حقل كولومبيا الجليدي في حديقة جاسبر الدّولية ، وهو ذو السقف الأحمر ، يشغل المجرى السابق لتلجّة البنية في أعلى جبال روكي الكندية وهي تتراجع الآن إلى أعلى الوادي .



مَا هِيَ الْأَشْكَالُ الْأَرْضِيَّةُ الَّتِي تُكَوِّنُهَا الْأَنْهَارُ؟

يُشَكِّلُ النَّهْرُ تَكْوِينَاتٍ كَثِيرَةً مُخْتَلِفَةً فِي الْأَرْضِ الَّتِي يَحْتَرِفُهَا ، فَبِالْقُرْبِ مِنْ مَنَبْعِ النَّهْرِ ، فَإِنَّ سُرْعَةَ تَيَّارِ الْمَنَبْعِ تَقْطَعُ الصُّخُورَ مُكَوِّنَةً قَنَوَاتٍ عَمِيقَةً أَوْ أَحَادِيدَ تَتَّسِعُ لِتَكُونَ وَدِيَانًا عَلَى شَكْلِ ٧ (يَسَار) . الْقِطَاعُ الْأَوْسَطُ لِمَجْرَى النَّهْرِ ، يَقِلُّ انْحِدَارُهُ فَتَقِلُّ السَّرْعَةُ . وَإِذَا انْسَابَ النَّهْرُ فَجَاءَ إِلَى أَحَدِ السُّهُولِ فَإِنَّهُ يَتَخَلَّصُ مِنْ حُمُولَتِهِ مِنَ الرِّوَاسِبِ ، مُكَوِّنًا كُتْلَةً أَرْضِيَّةً عَلَى شَكْلِ مُثَلَّثٍ تُسَمَّى دِلْتَا مَرُوحِيَّةً . وَعَلَى الْأَرْضِ الْأَكْثَرِ انْبِسَاطًا ، فَإِنَّ الْمَاءَ الْأَبْطَأَ سُرْعَةً يَنْحَتُ ضِفَافَ النَّهْرِ . وَالسُّهُولُ الْفَيْضِيَّةُ عَلَى جَانِبَيْ النَّهْرِ الَّتِي تَتَكَوَّنُ مِنْ إِرْسَابَاتِ التُّرْبَةِ أَثْنَاءَ الْفَيْضَانِ تُحَدِّدُ مَجْرَى النَّهْرِ بَعْدَ ذَلِكَ . وَبِمُرُورِ الْوَقْتِ ، وَمَعَ انْخِفَاضِ قَاعِ النَّهْرِ بِفِعْلِ التَّعْرِيةِ وَتَغْيِيرِ الْمَجْرَى ، فَإِنَّهُ تَتَكَوَّنُ مَصَاطِبُ نَهْرِيَّةٌ عَلَى هَذِهِ السُّهُولِ . وَيَتَّخِذُ النَّهْرُ مَسَارًا مُلْتَوِيًا ، وَقَدْ يَنْشِئُ بِشِدَّةٍ أَحْيَانًا وَيُودِي إِلَى تَكْوِينِ بُحَيْرَاتٍ مُقْتَطَعَةٍ (أَسْفَلَ — يَسَار) . وَعِنْدَ مَصَبِّ النَّهْرِ — فِي بُحَيْرَةٍ أَوْ مُحِيطٍ — فَإِنَّ رَوَاسِبَهُ تَتَجَمَّعُ غَالِبًا مُكَوِّنَةً مُسَطَّحًا مِنَ الْأَرْضِ يُسَمَّى دِلْتَا .

وَدِيَانٌ عَلَى شَكْلِ ٧



أُحْدُوذٌ كِيروبي في اليابان على شكل ٧

مَرُوحَةٌ فَيْضِيَّةٌ

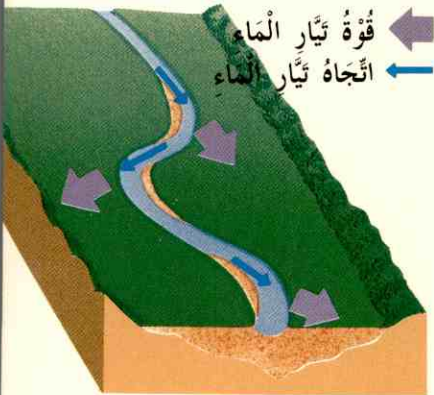
ضِفَّةُ النَّهْرِ

تَكْوِينَاتُ أَرْضِيَّةٌ نَحْتَهَا الْأَنْهَارُ

دِلْتَا

نَشْأَةُ بُحَيْرَةٍ مُقْتَطَعَةٍ

قُوَّةُ تَيَّارِ الْمَاءِ
اتِّجَاهُ تَيَّارِ الْمَاءِ



نَهْرٌ يَمُرُّ خِلَالَ سَهْلٍ مُنْبَسِطٍ فِي مَجْرَى شَدِيدِ التَّعَرُّجِ مُكَوِّنًا أَقْوَاسًا تُسَمَّى مُنْعَطَفَاتٍ نَهْرِيَّةً .

دِلْتَا نَهْرِ أَوْتَا فِي الْيَابَانِ (يَمِين)



تُشْأ مَسَاقِطُ الْمِيَاهِ عِنْدَمَا يَسَابُ نَهْرٌ مِنْ
طَبَقَةِ صَخْرِيَّةٍ تَعْلُو طَبَقَةَ لَيِّنَةٍ . وَتَعْمَلُ
الْمِيَاهُ عَلَى تَأْكُلِ الطَّبَقَةِ اللَّيِّنَةِ مُكَوِّنَةً
مَسَاقِطًا مَائِيًّا . وَبِاسْتِمْرَارٍ تَأْكُلِ الطَّبَقَةُ
اللَّيِّنَةُ ، تُصْبِحُ الطَّبَقَةُ الصَّخْرِيَّةُ مُعَلَّقَةً ،
فَتَنْهَازِي ، وَتَرَاوِجُ مَسَاقِطُ الْمِيَاهِ تَدْرِيجِيًّا
نَحْوَ مَنَبِعِ النَّهْرِ .



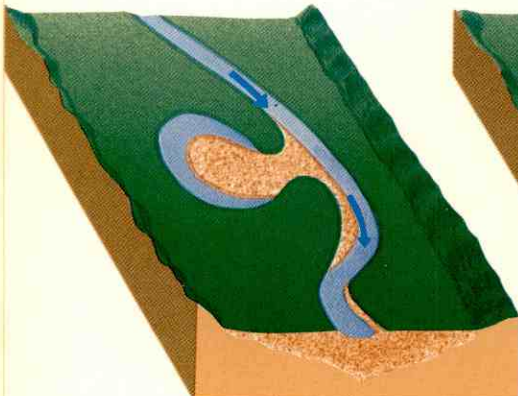
تَرَاوِجُ مَسَاقِطِ الْمِيَاهِ



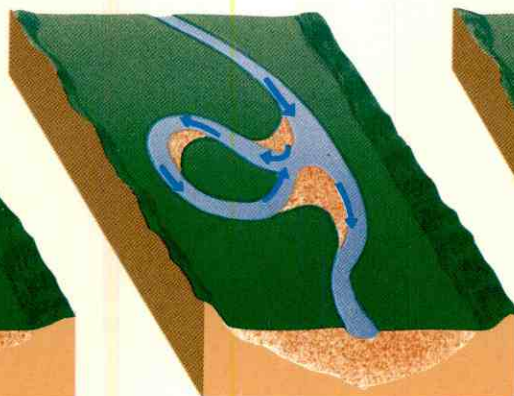
سَهْلٌ قَبِضِيٌّ

بُحِيرَةٌ مُقْتَطَعَةٌ

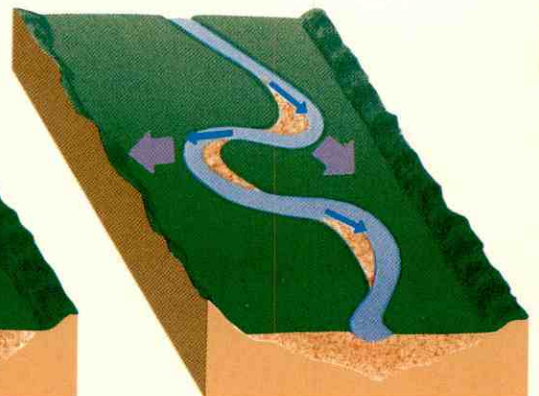
مَصَاطِبُ نَهْرِيَّةٌ



وَتَتَجَمَّعُ الرُّوَابِيبُ الْحَصَوِيَّةُ عِنْدَ عُقْطِ
الْعُقْدَةِ مُكَوِّنَةً بُحِيرَةً مُقْتَطَعَةً
مُسْتَقِلَّةً .



وَخِلَالَ آلَافِ السَّنَوَاتِ ، قَدْ
يَتَقَوَّسُ الْمُنْعَطِفُ النَّهْرِيُّ عَلَى نَفْسِهِ
بِشَكْلِ عُقْدَةٍ .

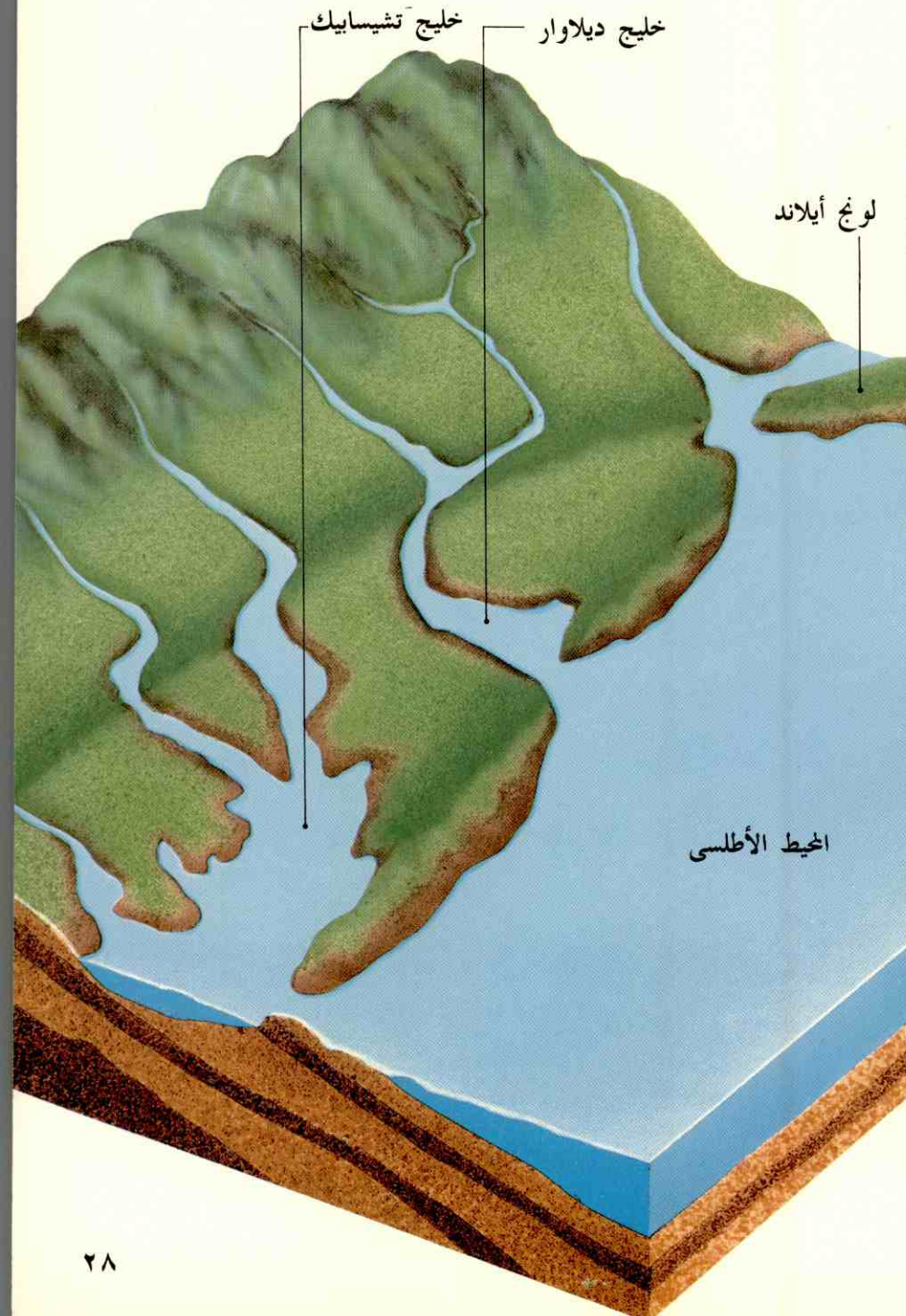


وَتَزْدَادُ الْمُنْعَطِفَاتُ النَّهْرِيَّةُ عِنْدَمَا
تُكْسَخُ الْمِيَاهُ الْأَرْضِيَّةُ عِنْدَ
الْجَوَانِبِ الْحَارِجِيَّةِ لِلْمُنْعَطِفَاتِ .

كيف تتكون السهول؟

وَالسُّهُولُ الرُّسُويَّةُ — الأَقْلُ انْتِشَارًا — تُنْتِجُ حِينَ يَقْتَلِعُ النَّهْرُ الصُّحُورَ فِي مَجْرَاهُ ، ثُمَّ يَرْسِبُ الحُطَامُ قُرْبَ مَصَبِّ النَّهْرِ . وَتَفِيضُ مِياهِ النَّهْرِ دَوْرِيًّا عَلَى ضِفَافِهِ ، عَلَى طُولِ مَجْرَاهُ الْمُنْخَفِضِ حَيْثُ تَقِلُّ سُرْعَتُهُ ، وَيَكُونُ حَوَاجِزَ رَمْلِيَّةٍ ثُمَّ سُهُولًا فَيْضِيَّةً . وَالْمَرْوَحَةُ الْفَيْضِيَّةُ وَالذَّلْتَا هُمَا نَوْعَانِ مِنَ السُّهُولِ الرُّسُويَّةِ الَّتِي تُتَكَوَّنُ عِنْدَمَا يُلْقَى النَّهْرُ الحُطَامَ عِنْدَ قَاعِدَةِ جَبَلٍ أَوْ مَصَبِّ النَّهْرِ نَفْسِهِ (ص ٣٠ — ٣٣) . وَالرَّسْمُ أَسْفَلُ ، يُوضِّحُ أَنَّ السُّهُولَ السَّاحِلِيَّةَ تَعَكِّسُ التَّوَعِينَ ، سُهُولَ التَّعْرِيةِ وَالْإِرْسَابِ .

السُّهُولُ الْحَالِيَّةُ رُبَّمَا كَانَتْ يَوْمًا مَا سَلَسَلُ جَبَلِيَّةً أَوْ وِذْيَانًا أَوْ قِيَعَانِ بِحَارٍ مَعْمُورَةٍ بِالمِياهِ . وَالسُّهُولُ الَّتِي أَصْبَحَتْ مُنْسَبَطَةً بِالتَّجْوِيَّةِ وَفَعَلَ النَّهْرُ ، تُسَمَّى سُهُولَ تَعْرِيةٍ . أَمَّا السُّهُولُ الَّتِي تَكُونَتْ مِنْ إِرْسَابَاتِ الْأَنْهَارِ ، فَتُسَمَّى سُهُولًا رُسُويَّةً . وَسُهُولُ التَّعْرِيةِ هِيَ الْأَكْثَرُ شُيُوعًا . وَسُهُولُ التَّعْرِيةِ الَّتِي تَخَلَّصَتْ مِنَ الطَّبَقَاتِ الصَّخْرِيَّةِ الْقَدِيمَةِ ، تُسَمَّى سُهُولًا تَرْكِيبِيَّةً . أَمَّا السُّهُولُ النَّحَاتِيَّةُ وَهِيَ السُّهُولُ الَّتِي تَكُونَتْ مِنْ أَشْكَالِ الْأَرْضِ الْوَعْرَةِ الَّتِي سُوِّتْ ، فَتَظْهَرُ وَسَطَ التَّلَالِ الْمُنْخَفِضَةِ فِي الْمَنَاطِقِ الْجَبَلِيَّةِ سَابِقًا .



السُّهُولُ الْعُظْمَى الَّتِي تُعْرَضُ لِلتَّعْرِيةِ تَمْتَدُّ مِنْ كَنْدَا إِلَى تَكْسَاسِ . وَتَمْتَدُّ حَتَّى ٤٠٠ مِيلٍ شَرْقَ جِبَالِ رُوكِي .

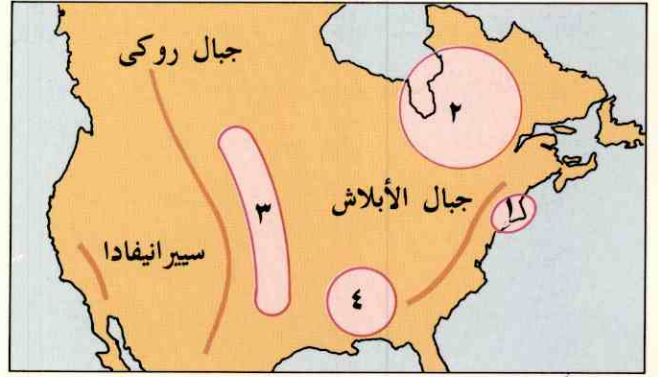


الْفُرُوعُ الْجَنُوبِيَّةُ لِنَهْرِ الْمِيسِيسِ (أَعْلَى) يُحِيطُهَا سُهُولٌ فَيْضِيَّةٌ خَصْبَةٌ قَدْ يَبْلُغُ اتِّسَاعُهَا ٥٠ مِيلًا .



هَضْبَةٌ قَدِيمَةٌ

تُحِيطُ هَضْبَةُ لُورَنْشِيَا بِخَلِيجِ هِدْسُونِ فِي كَنْدَا، وَهِيَ تَتَكَوَّنُ مِنْ صُخُورٍ عُمْرُهَا حَوْلَى ٣,٨ بِلْيُونِ سَنَةٍ. وَقَدْ سَوَتْ عَوَامِلُ التَّعْرِيةِ هَذِهِ الْمِنْطَقَةَ الَّتِي كَانَتْ جَبَلِيَّةً وَيَصِلُ ارْتِفَاعُهَا الْآنَ إِلَى ١٦٠٠ قَدَمٍ.



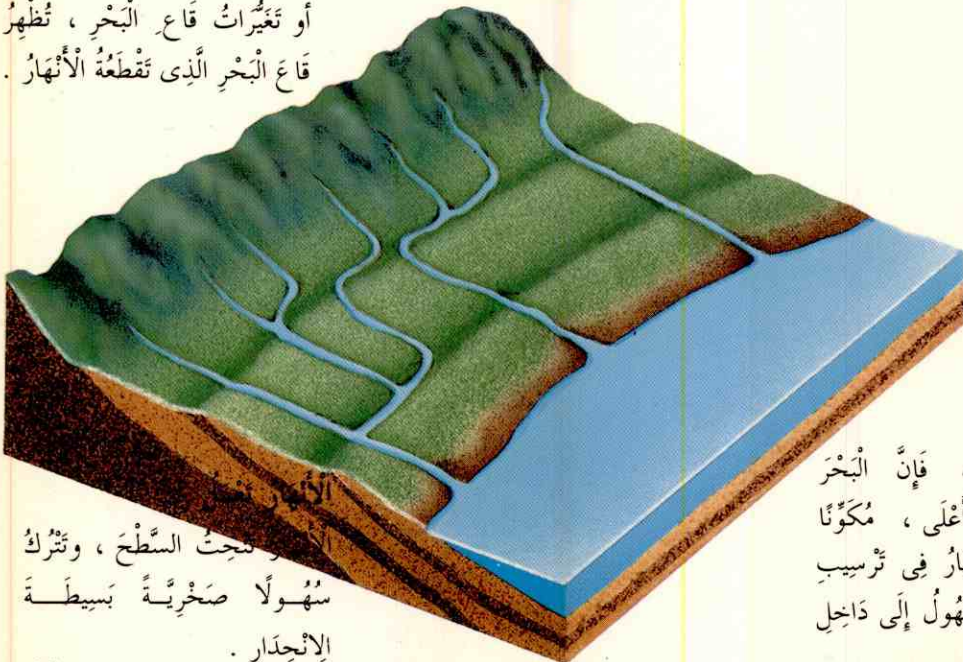
سُهُولُ أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةِ

تَنْتَشِرُ السُّهُولُ فِي أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةِ. وَأَهْمُهَا، السُّهُولُ السَّاحِلِيَّةُ الْأَطْلَسِيَّةُ (١)، سُهُولُ التَّعْرِيةِ مِثْلُ هَضْبَةِ لُورَنْشِيَا (٢)، وَالسُّهُولُ الْعُظْمَى (٣)، وَالسُّهُولُ الرُّسُوبِيَّةُ فِي وَادِي نَهْرِ الْمِيْسِسِيبِيِّ (٤).



ظُهُورُ قَاعِ الْبَحْرِ

ارْتِفَاعُ الْقَشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ أَوْ تَعْيِرَاتُ قَاعِ الْبَحْرِ، تُظْهِرُ قَاعَ الْبَحْرِ الَّذِي تُقَطِّعُهُ الْأَنْهَارُ.



الْأَنْهَارُ تَحْتَ السَّطْحِ، وَتَتْرُكُ سُهُولًا صَخْرِيَّةً بَسِيطَةً الْإِنْجِدَارِ.



التَّحْتُ بِالْمِيَاهِ :

وَعِنْدَمَا يَرْتَفِعُ مُسْتَوَى الْبَحْرِ، فَإِنَّ الْبَحْرَ يَدْفَعُ الْمَجَارِيَ النَّهْرِيَّةَ إِلَى أَعْلَى، مُكَوِّنًا مَرَافِيئًا دَاخِلِيَّةً وَتَسْتَمِرُّ الْأَنْهَارُ فِي تَرْسِيبِ مَا بَيْنَهَا مِنَ الْمَفْتَتَاتِ، فَتَمْتَدُّ السُّهُولُ إِلَى دَاخِلِ الْبَحْرِ.

مَا هِيَ الْمِرْوَحَةُ الْفَيْضِيَّةُ؟

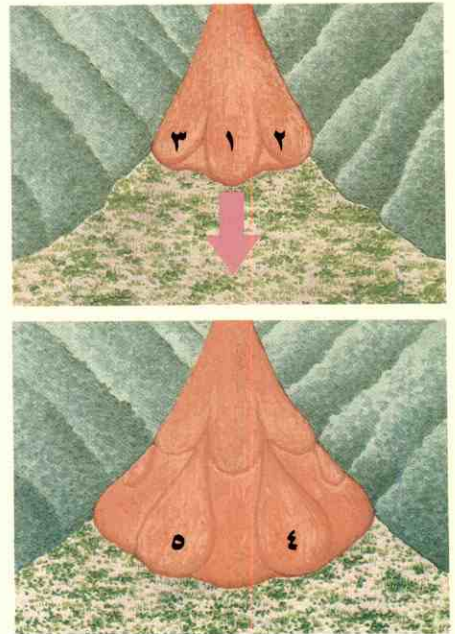
بِنَاءُ رَأْسِ الْمِرْوَحَةِ
تَبْدَأُ الرُّوَاسِيَّ (أَخْضَرُ)
قَاتِمٍ (فِي التَّجْمَعِ حَيْثُ
يُطَيُّ النَّهْرُ عِنْدَ وُصُولِهِ
إِلَى السَّهْلِ .

تَكُونُ الْمِرْوَحَةُ الْفَيْضِيَّةُ وَتُمُوُّهَا



الْمَجْرَى أَسْفَلَ التَّلِّ

تَكَرَّرَ تَرَسُّبُ الرَّمْلِ وَالْحَصَى (١ ، ٢ ،
٣) يَجْعَلُ النَّهْرَ يُوسِّعُ مَجْرَاهُ . وَتَتَجَمَّعُ
الْأَسِنَّةُ جَدِيدَةً مِنَ الرُّوَاسِيَّ (٤ ، ٥)
أَسْفَلَ الرُّوَاسِيَّ الْقَدِيمَةِ .



عِنْدَمَا يَتَدَفَّقُ النَّهْرُ مِنْ جَبَلٍ إِلَى سَهْلٍ ، فَإِنَّ سُرْعَةَ تَبَارِهِ
تَقُلُّ بوضوحٍ . وَلَا يَسْتَطِيعُ الْمَاءُ الْبَطِيءُ أَنْ يَحْمِلَ
الكثيرَ مِنَ الرَّمْلِ وَالْحَصَى ، وَلِهَذَا فَإِنَّهُ يُرْسِبُ حُمُولَتَهُ
مِنَ الرُّوَاسِبِ عِنْدَ سَفْحِ الْجَبَلِ . وَيَنْتُجُ عَنْ هَذَا — مَعَ
مُضَيِّ الوقتِ — تَكُونُ قِطْعَةً مِنَ الْأَرْضِ نَصْفِ دَائِرِيَّةٍ
وَمَرْوَحِيَّةِ الشَّكْلِ تُسَمَّى مَرْوَحَةً قَيْصِيَّةً . وَتُسَمَّى أَغْلَاهَا
رَأْسَ الْمَرْوَحَةِ ، وَوَسْطُهَا مُنْتَصَفَ الْمَرْوَحَةِ ، وَقَاعِدَتُهَا
مُقَدِّمَةُ الْمَرْوَحَةِ .

فَتْحُ الْمَرْوَحَةِ

تَرَاكُمُ الرُّوَاسِبِ يَرْفَعُ قَاعَ
النَّهْرِ ، فَيَفِيضُ النَّهْرُ عَلَى
ضِفَافِهِ . وَتُرْسِبُ مِيَاهُ الْفَيْضَانِ
أَقْوَاسًا مِنَ الْمُفْتَتَاتِ ، فَيُغَيِّرُ
النَّهْرُ مَجْرَاهُ .

وَيَنْتَمَا بَيْنَى الحُطَامِ وَالْمُفْتَتَاتِ رَأْسَ الْمَرْوَحَةِ ، فَإِنَّ قَاعَ
النَّهْرِ يَرْتَفِعُ حَتَّى يَفِيضَ الْمَاءُ عَلَى ضِفَافِهِ ، وَيَعْمُرُ
الْمَرْوَحَةَ . وَمِيَاهُ الْفَيْضَانِ الْمُتَمَوِّجَةُ تُلْقَى الرُّوَاسِبَ بَعْدَ
المُقَدِّمَةِ ، فَتَسْتَطِيلُ الْمَرْوَحَةُ وَتَتَسَّعُ مُكَوَّنَةً مَجَارِيَّ جَدِيدَةً
لِمَاءِ النَّهْرِ . وَيَتَكَرَّرُ مَا سَبَقَ حَتَّى تُصْبِحَ الرُّوَاسِبُ الرَّمْلِيَّةُ
وَالْحَصَوِيَّةُ قَادِرَةً عَلَى امْتِصَاصِ النَّهْرِ ، فَيَجْرِي النَّهْرُ
تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ مِنْ رَأْسِ الْمَرْوَحَةِ إِلَى مُقَدِّمَتِهَا ،
وَيُصْبِحُ النَّهْرُ رَافِدًا جَوْفِيًّا . (وَيُسَمَّى الْمَجْرَى النَهْرِي
الجَافُّ بِاسْمِ الْوَادِي) . وَعِنْدَ طَرَفِ الْمَرْوَحَةِ ، حَيْثُ
تَكُونُ الرُّوَاسِبُ أَقْلًا ، فَإِنَّ هَذَا الْمَجْرَى يَنْدَفِعُ فَوْقَ الْأَرْضِ
عَلَى شَكْلِ يَنْبُوعٍ (عَيْن) . وَهَذِهِ الْعُيُونُ هِيَ مَصَادِرُ
رَأْسِيَّةٍ لِلْمَاءِ فِي الْمَنَاطِقِ الصَّحْرَاوِيَّةِ الْجَبَلِيَّةِ ، حَيْثُ
سَاعَدَتِ الْمَرَاوِجُ الْقَيْصِيَّةُ عَلَى اسْتِيطَانِ الْبَشَرِ مِنْذُ عَصُورٍ
مَا قَبْلَ التَّارِيخِ .

مَجْرَى تَحْتَ الْأَرْضِ

تَكَرَّرَ التَّرْسِيبُ وَالْفَيْضَانِ يُوسِّعُ
وَيُعَمِّقُ الْمَرْوَحَةَ الْغَرِينِيَّةَ . وَعِنْدَ
رَأْسِ الْمَرْوَحَةِ ، يَجْرِي النَّهْرُ
تَحْتَ طَبَقَاتِ الرَّمْلِ وَالْحَصَى
مُكَوَّنًا نَهْرًا جَوْفِيًّا قَدْ يَظْهَرُ
مِنْ أَسْفَلِ الشَّكْلِ يَنْبُوعٌ
عِنْدَ مُقَدِّمَةِ الْمَرْوَحَةِ .



مَرْوَحَةُ قَيْصِيَّةٌ فِي الْيَابَانِ

رَأْسُ الْمَرْوَحَةِ

وَسَطُ الْمَرْوَحَةِ

يَنْبُوعٌ

مُقَدِّمَةُ

مَا هِيَ الْقَوَى الَّتِي تَشَكِّلُ الدَّلْتَا؟

تَتَجَمَّعُ الرُّوَاسِبُ عِنْدَ الْمَصَبِّ

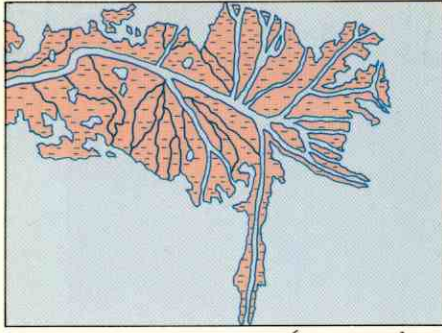
يَشُقُّ تَيَّارُ الْمَاءِ الرُّوَاسِبَ

نُمُو الدَّلْتَا

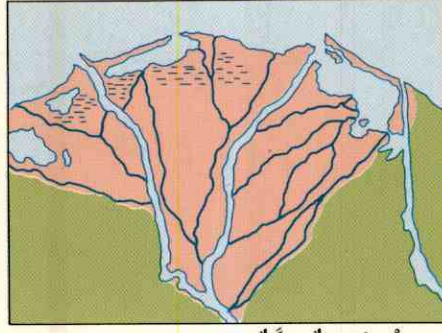
مُعْظَمُ الصُّخُورِ وَالتُّرْبَةِ الَّتِي يَجْرِفُهَا النَّهْرُ مَعَهُ فِي مَسَارِهِ الطَّوِيلِ ، تَتَرَسَّبُ كَسُهُولٍ مُنْخَفِضَةٍ عِنْدَ مَصَبِّ النَّهْرِ . وَلِأَنَّ هَذِهِ السُّهُولَ مُثَلَّثَةُ الشَّكْلِ تُشَبِّهُ الحَرْفَ اليوناني (Y) دِلْتَا ، فَتُسَمَّى بِاسْمِهِ ، وَيَتَوَقَّفُ تَكُونُهَا عَلَى تَفَاعُلِ تَيَّارَاتِ النَّهْرِ وَالْمُحِيطِ .

وَعِنْدَمَا يَدْخُلُ النَّهْرُ مِسَاحَةً كَبِيرَةً سَاكِئَةً مِنَ الْمَاءِ ، فَإِنَّ تَيَّارَهُ يُبْطِئُ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ ، فَتَتَرَسَّبُ مُعْظَمُ رَوَاسِبِهِ عِنْدَ مَصَبِّ النَّهْرِ ، وَتُسَدُّ مَجْرَاهُ . فَيَشُقُّ النَّهْرُ طَرِيقَهُ وَسَطَهَا ، مُكَوِّنًا مَجَارِيَ جَدِيدَةً . وَيَبْنِي كُلَّ مَجْرَى أَرْضَهُ الْخَاصَّةَ بِهِ فَتَتَكَوَّنُ دِلْتَا عَرِيضَةٌ .

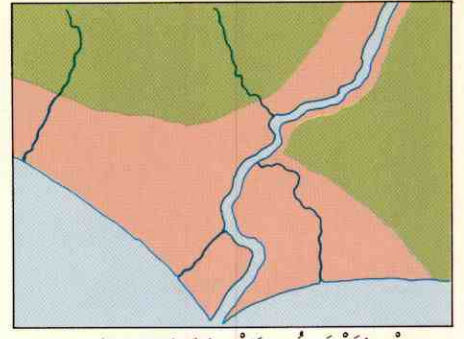
وَرَغْمَ أَنَّ مُعْظَمَ الدَّلْتَاوَاتِ تَتَكَوَّنُ مِنْ طَبَقَاتٍ دَاخِلِيَّةٍ (أَسْفَلَ ، يَسَارَ) ، إِلَّا أَنَّ شَكْلَهَا الْخَارِجِيَّ يَخْتَلِفُ طَبَقًا لِمَنَاسِبِ قَاعِ الْمُحِيطِ ، وَكَمِّيَّةِ الرُّوَاسِبِ الَّتِي تَرَسَّبَتْ ، وَفِعْلِ أَمْوَاجِ الْمُحِيطِ . فَدِلْتَا قَدَمِ الطَّاوِيرِ تَتَكَوَّنُ عِنْدَمَا يَخْتَرِقُ تَيَّارٌ سَرِيعٌ لِلنَّهْرِ مِيَاهًا هَادِئَةً ، فَيَرَسِبُ حُمُولَتَهُ مِنَ الرُّوَاسِبِ عَلَى شَكْلِ أَصَابِعٍ مِنَ الرَّمَالِ . أَمَّا عِنْدَمَا يُوَاجِهُ نَهْرٌ بَطِيئًا ، تَيَّارَاتٍ مَدَّةً أَوْ بَحْرِيَّةً قَوِيَّةً ، فَإِنَّ رَوَاسِبَهُ يُعَادُ تَوْزِيعُهَا عَلَى مُقَدِّمَةِ عَرِيضَةٍ ، وَيَكُونُ دِلْتَا قَوْسِيَّةً أَوْ دِلْتَا مُدَبَّبَةً .



دَلَّتَا قَدَمِ الطَّائِرِ تَنْتَشِرُ عِنْدَ مَصَبِّ نَهْرِ
الْمِيسِسِيبِيِّ .



دَلَّتَا قَوْسِيَّةٌ مُثَلَّثَةٌ تُمَيِّزُ مَصَبَّ نَهْرِ النَّيْلِ
فِي الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ .



دَلَّتَا مُفْلَطَحَةٌ الشَّكْلُ تَتَوَّجُ نَهْرَ التَّيْبَرِ فِي
إِيْطَالِيَا .

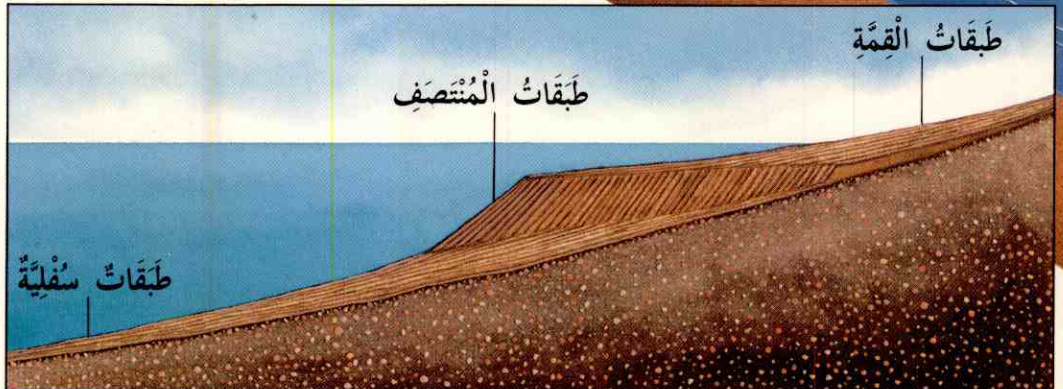
رَوَاسِبُ جَدِيدَةٌ تُوسِّعُ الدَّلَّتَا .

الدَّلَّتَا تُكَوِّنُ سُهُولًا مُنْخَفِضَةً .



رَحْلَةُ الرَّوَاسِبِ

تَحْدُثُ عَمَلِيَّةُ فَرَزٍ طَبِيعِيَّةٌ ،
يَنْتُجُ عَنْهَا الْمَدْرَجُ الثَّلَاثِي
لِمُعْظَمِ الدَّلَتَاوَاتِ .
فَيَتَرَسَّبُ الرَّمْلُ الْحَشِينُ
وَالْحَصَى أَوَّلًا مُكَوِّنًا طَبَقَاتِ
الْقِمَّةِ مِثْلَ الْقَلَنْسُوَّةِ . ثُمَّ
يَتَرَسَّبُ الرَّمْلُ الْأَقْلَى خُشُونَةً
فِي الْوَسْطِ لِيَكُونَ طَبَقَاتِ
الْمُنْتَصِفِ أَمَّا الطِّينُ الْخَفِيفُ
فَيَنْجَرِفُ إِلَى الْبَحْرِ ،
لِيَتَرَسَّبَ مُكَوِّنًا الطَّبَقَاتِ
السُّفْلِيَّةَ .

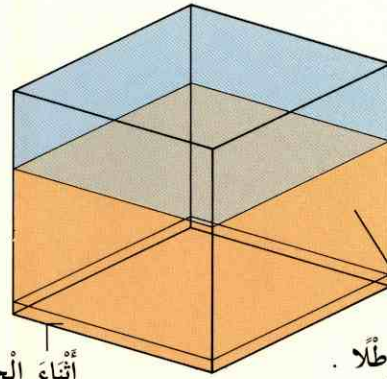


لِمَاذَا يَغِيرُ النّهرُ الأصْفَرُ مجراه؟

٣٠٠٠ مِيل ، يَجْرِي خِلَالَ هَضْبَةِ اللّوَيْس ، وَهُوَ سَهْلٌ مِنْ اللّوَيْس — الطَّمِي الْأَصْفَرِ الْمَمْرُوجِ بِالصَّلْصَالِ — وَعَلَى مَدَارِ الْقُرُونِ ، فَإِنَّ الْأَمْطَارَ الْغَزِيرَةَ أَحْدَثَتْ فَيَضَانَاتٍ عَلَى هَذَا السَّهْلِ ، وَأَزَاحَتْ اللّوَيْسَ إِلَى النّهرِ ، وَلِذَلِكَ سُمِّيَ بِالْأَصْفَرِ . كَمَا رَفَعَتْ مُسْتَوَى قَاعِ النّهرِ . وَبُنِيَتْ حَوَائِطُ حَاجِرَةٌ تَمْنَعُ النّهرَ الْمُنْدَفِعَ مِنْ اكْتِسَاحِ ضِفَافِهِ ، وَلَكِنَّهَا عَمِلَتْ عَلَى زِيَادَةِ مُعَدَّلِ تَرَسُّبِ الصَّلْصَالِ الْغَنِيِّ عَلَى قَاعِ النّهرِ . وَعِنْدَمَا تَتَعَرَّضُ الْحَوَائِطُ لِلْإِنْهِيَارِ ، تَحْدُثُ الْفَيَضَانَاتُ الْمُخَرَّبَةُ ، وَيُصْبِحُ النّهرُ حَرًّا فِي شَقِّ مَجْرَى جَدِيدٍ فِي الرَّيْفِ . وَالْيَوْمَ يَجْرِي النّهرُ الْأَصْفَرُ فِي مَجْرَى صِنَاعِي شَقَّهُ الْإِنْسَانُ ، لِيَمْنَعَ مِثْلَ هَذِهِ الْكَوَارِثِ .

فِي عَامِ ١٨٨٧ حَطَمَ النّهرُ الْأَصْفَرُ (هَوَانْجْ هُو) فِي الصِّينِ سِلْسِلَةً مِنَ الْحَوَاجِزِ بِالْقُرْبِ مِنْ كَيْفَنْجِ وَأَغْرَقَ ١٤٠٠٠ مِيلَ مُرَبَّعٍ مِنَ الْأَرْضِ ، وَمِلْيُونًا مِنَ الْبَشَرِ . وَغَيَّرَ النّهرُ الْهَائِجُ مَجْرَاهُ ، وَكَوَّنَ مَجْرَى جَدِيدًا إِلَى الْبَحْرِ الْأَصْفَرِ ، عَلَى بُعْدِ ٤٠٠ مِيلَ .

وَفِي خِلَالِ الـ ٢٥٠٠ سَنَةٍ الْأَخِيرَةِ ، كَرَّرَ النّهرُ الْأَصْفَرُ هَذَا التَّغْيِيرَ الْمَأسَاوِيَّ لِمَجْرَاهُ ثَمَانِي مَرَّاتٍ أَوْ أَكْثَرَ . وَفِي طَرِيقِهِ جَنُوبَ بَاوْتُو ، فَإِنَّ هَذَا النّهرَ ذَا طُولِ



الصَّنْدُوقِ (يَسَار) يُوضِّحُ كَمِّيَّةَ الرُّوَاسِبِ فِي ٣٥ قَدَمًا مُكَعَّبًا مِنْ مِيَاهِ النّهرِ الْأَصْفَرِ .

أَثْنَاءَ الْفَيَضَانِ : ١٤٣٥ رِطْلًا .

أَثْنَاءَ الْجَرَيَانِ الْعَادِي : ٨٣ رِطْلًا .

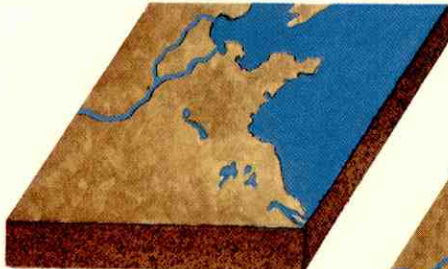
تَغْيِيرُ الْمَجْرَى خِلَالَ ٢٥٠٠ عَامٍ



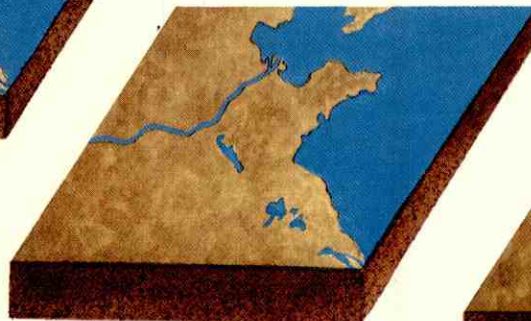
من ٦٠٢ ق . م إلى ١١ م



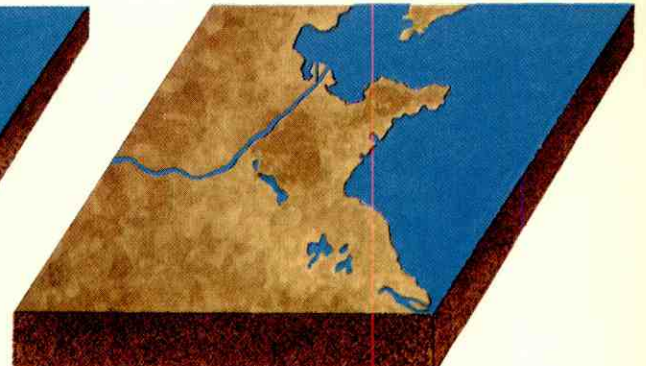
من ١١ م إلى عام ١٠٤٨



من عام ١٠٤٨ إلى ١١٩٤

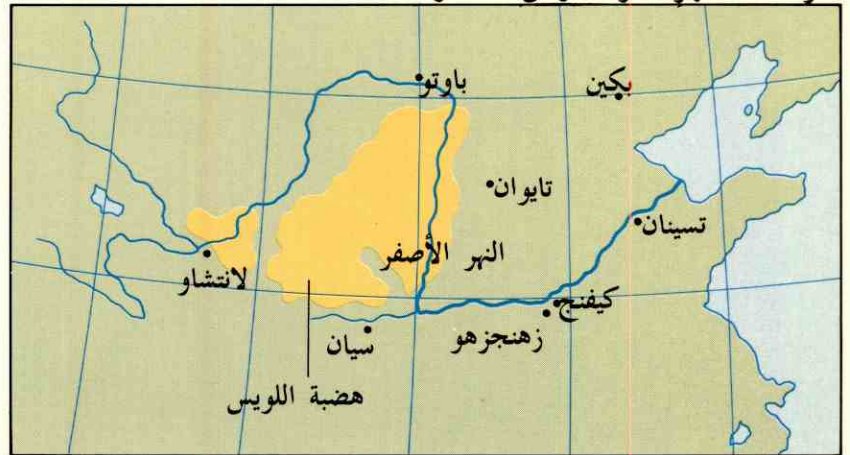


من عام ١١٩٤ إلى ١٢٨٨

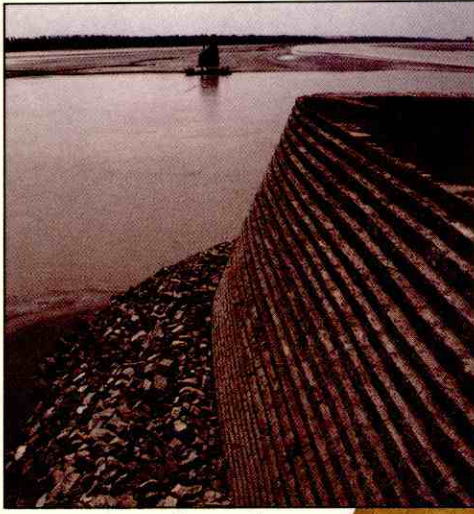


من عام ١٢٨٨ إلى ١٨٨٧

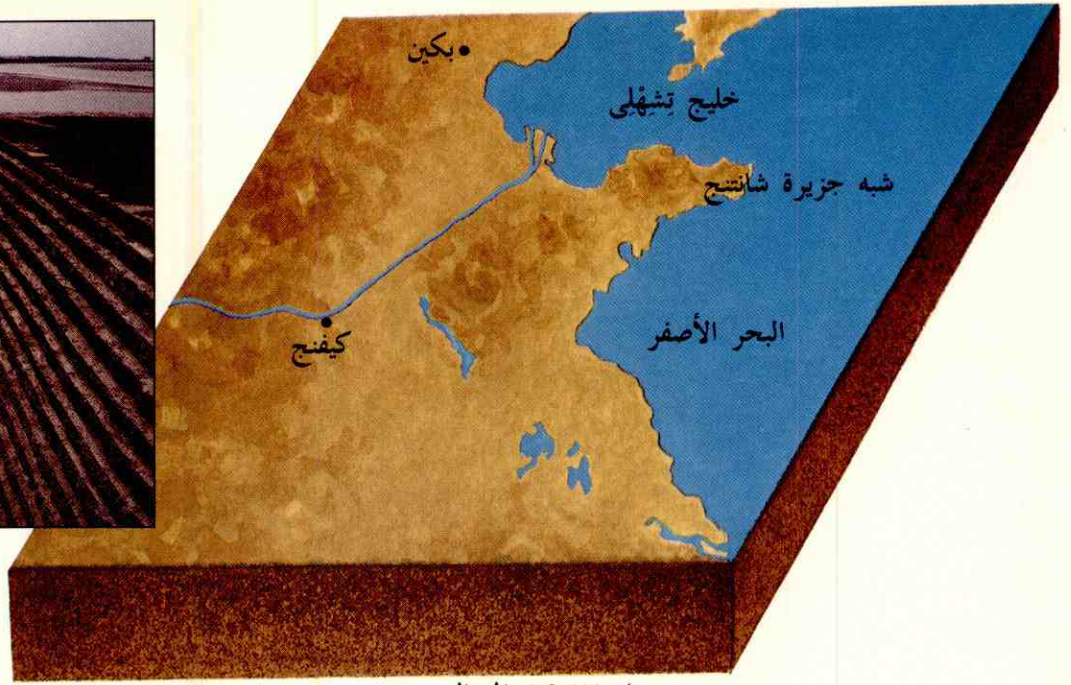
تَعَرُّجَاتُ النّهرِ عِبْرَ الْأَرْضِ الصَّفْرَاءِ .



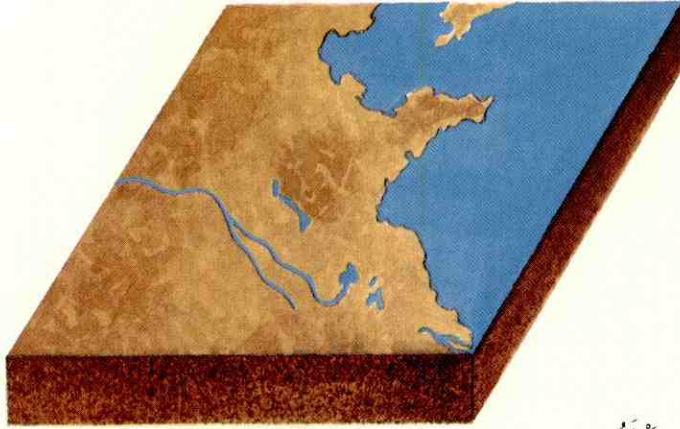
يَكْشِطُ النّهرُ الْأَصْفَرُ كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةً مِنَ الطَّمِي الْأَصْفَرِ مِنْ هَضْبَةِ اللّوَيْسِ .



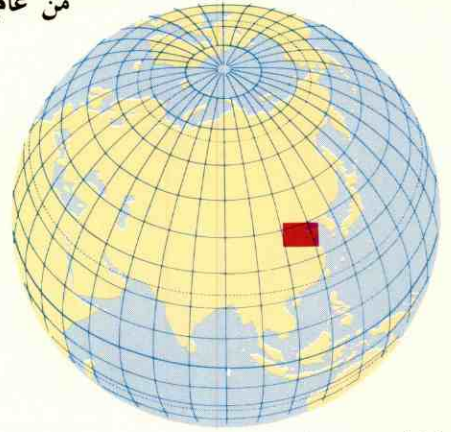
مِثْلُ هَذِهِ الْحَوَاجِزِ تَمْنَعُ النَّهْرَ
الْأَصْفَرَ مِنَ الْفَيْضَانِ .



من عام ١٩٤٧ إلى اليوم

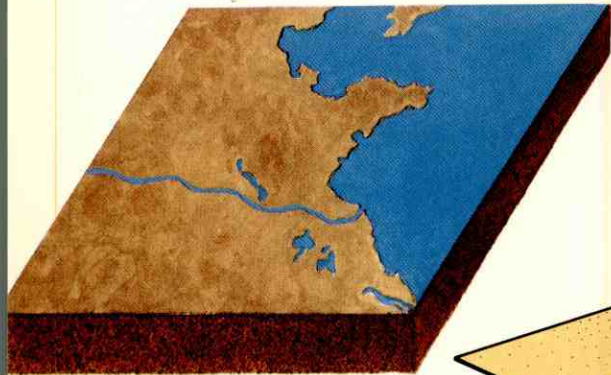


من عام ١٩٣٨ إلى ١٩٤٧



الرّأى بِمَاءِ النَّهْرِ

التّرسيبُ المتواصلُ للطمي والرّملِ على قاعِ النَّهْرِ ، يرفعُ
مُسْتَوَى ماءِ النَّهْرِ فَوْقَ مُسْتَوَى السّهولِ المُحيطةِ بِهِ .
ويروى الفلاحون الصّينيون حُقُولَهُمْ اليَوْمَ ، بِصَبِّ ماءِ
النّهرِ فِي مَسِيلٍ مُتَوَازٍ (أسفل) حَيْثُ تَتَرسَّبُ فِيهِ
الرّوَاسِبُ وتُحَجَزُ دَاخِلَةً . ويمرُّ الماءُ الصّافى مِنَ المَسِيلِ
إِلَى قَنَوَاتٍ مُوصِلَةٍ لِلْحُقُولِ .



من عام ٨٨٧ إلى ١٩٣٨

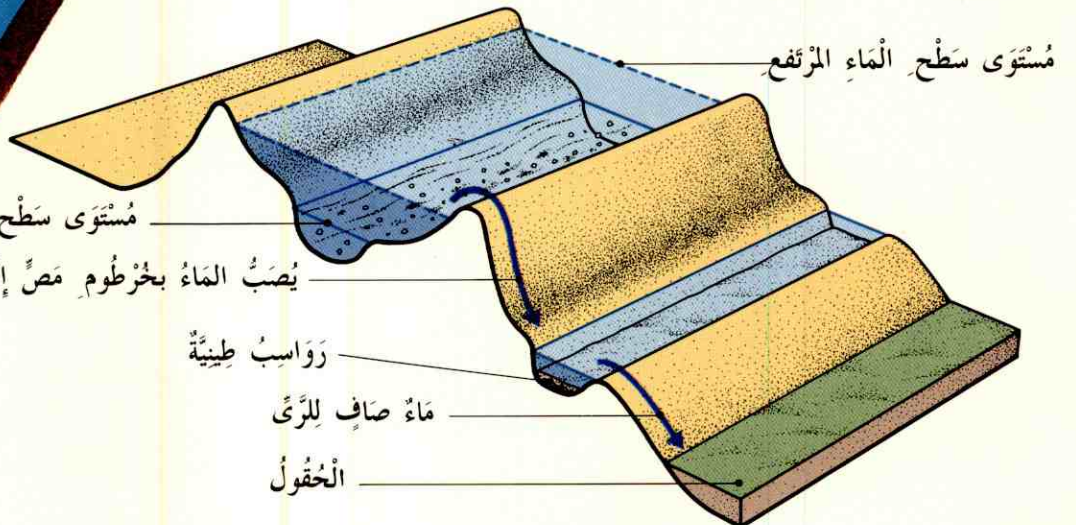
مُسْتَوَى سَطْحِ الْمَاءِ الْمُنْخَفِضِ

يُصَبُّ الْمَاءُ بِخُرطُومٍ مَصٍّ إِلَى الْمَسِيلِ

رَوَاسِبُ طِينِيَّةٌ

مَاءٌ صَافٍ لِلرّأى

الْحُقُولُ



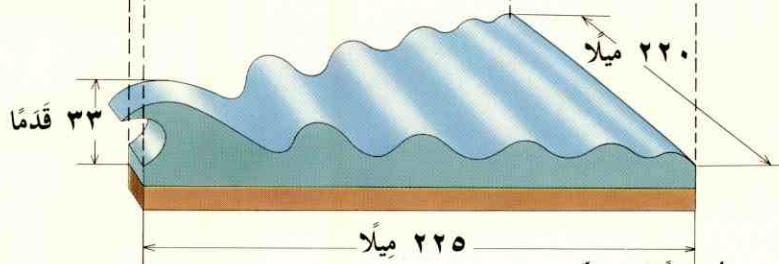
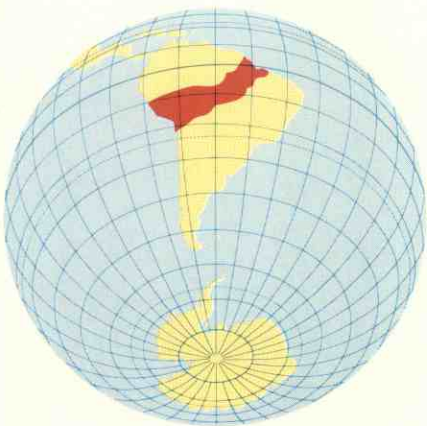
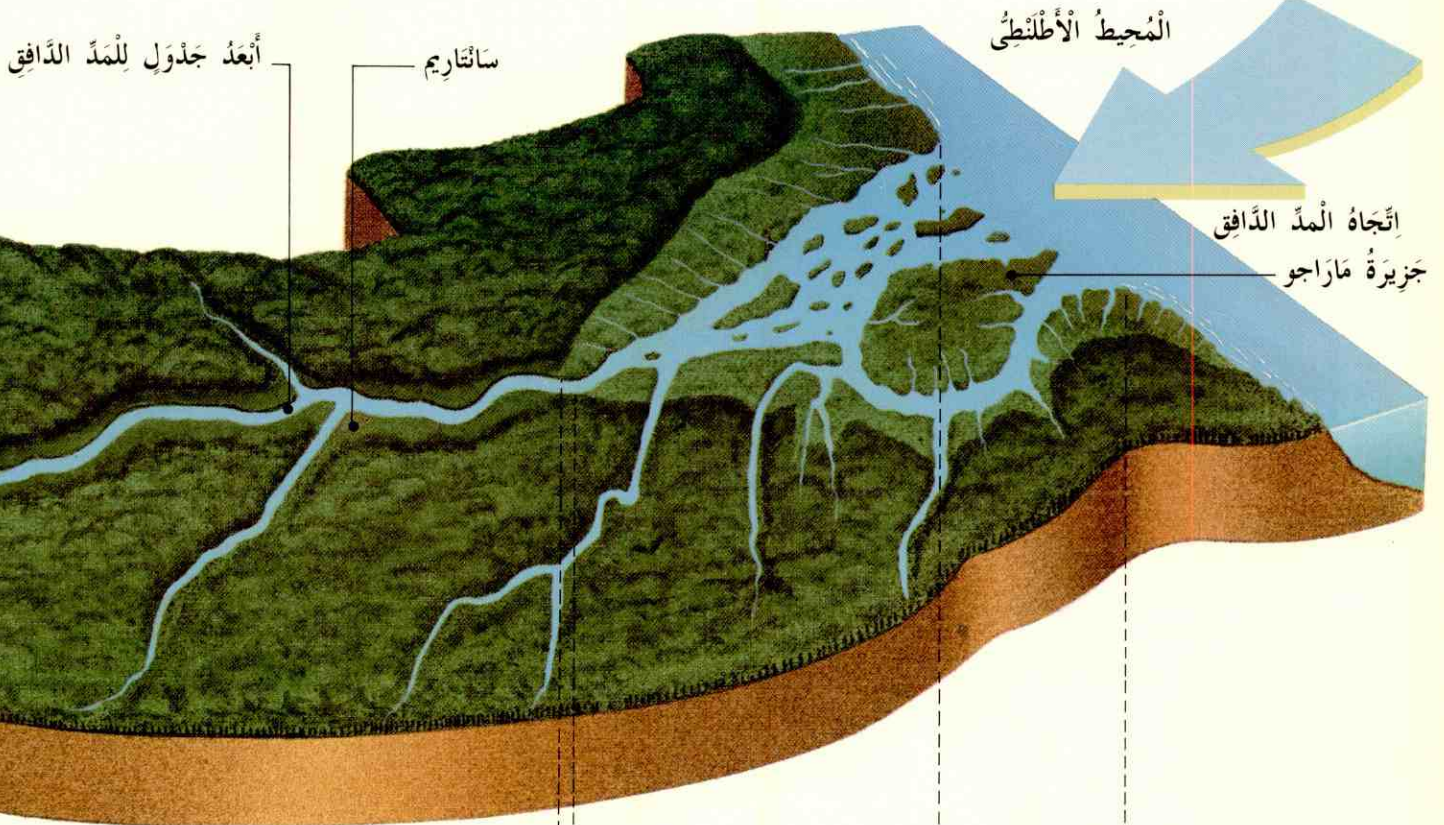
هل يمكن أن تنساب الأنهار إلى الخلف؟

١/ بوصة في المِيل . وهذا القاعُ المُستوى مع المَصَبِّ الواسع للنَّهر ، يُعرِّضُ الأَمَازُون للتدفُّق الدَّوْرِي لِمَدِّ المُحيط . وتحت تأثيرِ عَوَامِلَ فَلَكيَّة مُعَيَّنَةٍ (يمين) ، فَإِنَّ المَدَّ العَالِيَّ يَتَغَلَّبُ عَلَى تِيَّارِ النَّهْرِ ، وَيَنْدَفِعُ إِلَى دَاخِلِ الأَرْضِ أحيانًا ، فَيَعَكُسُ تِيَّارُ النَّهْرِ نَحْوَ مَجْرَاهُ الأَعْلَى لِمَسَافَةِ ٥٠٠ مِيلٍ تَقْرِيْبًا ، وَيُسَمَّى المَدُّ الدَّافِقُ .

وهذا المَدُّ الدَّافِقُ يُعْطِي لِجَدَاوِلِ النَّهْرِ حَوَالِي ١٠٠٠٠ طُنٍّ مِنَ المَاءِ لِتَحْرُكٍ بَحْرِيَّةٍ فِي الإِتْجَاهِ المُضَادِّ مِنَ السَّاحِلِ إِلَى الدَّاخِلِ حَتَّى مَنَاسِيسٍ ، فِي وَسْطِ البَرَاذِلِ ، الَّتِي تَبْعُدُ ٩٠٠ مِيلًا عَنِ المُحيطِ .

يبدأ نهر الأمازون كينبوع عالٍ في جبال الأنديز في بيروفيان (أسفل) ، ويجمع مياه أكثر من ألف رافدٍ في رحلته شرقًا مُحْتَرِفًا أَمْرِيكَا الجَنُوبِيَّةَ . وَيَجْرِي فِي هَذَا النَّهْرِ خُمُسُ مِيَاهِ أَنْهَارِ العَالَمِ ، وَيُصْرَفُ مِيَاهُ ٢,٣ مليون مِيلٍ مُرَبَّعٍ مِنَ الأَرْضِ ، وَيَصُبُّ مِيَاهَهُ فِي المُحيطِ الأَطْلَسِيِّ بِمُعَدَّلِ ٨٠ مليون جالونٍ فِي الثَّانِيَةِ .

وَرَغْمَ حَجْمِهِ الهائل ، فَإِنَّ نَهْرَ الأَمَازُون بَطِيءُ التِّيَّارِ فِي مَجْرَاهُ الأَوْسَطِ والأَدْنَى ، حَيْثُ يَزْدَادُ مِيلٌ بِمَجْرَاهُ بِمَقْدَارِ

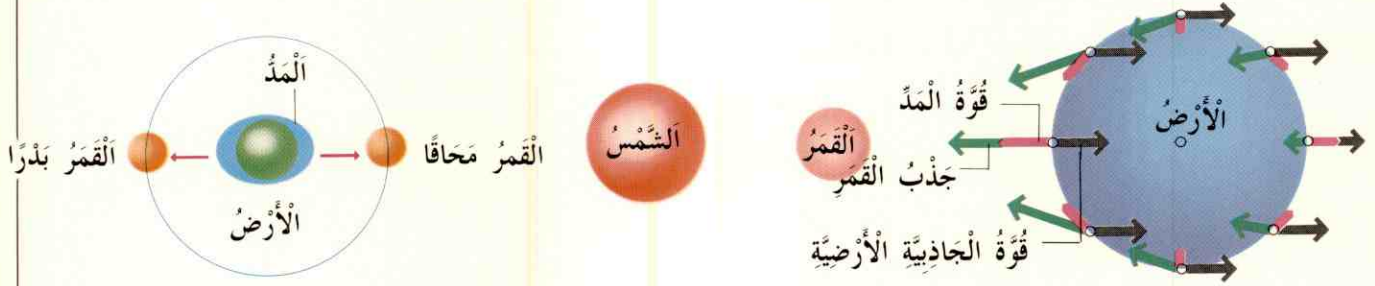


قُمْعُ أَعْلَى التَّلِّ

يَتَقَدَّمُ المَدُّ الدَّافِقُ نَحْوَ أَعْلَى مَجْرَى نَهْرِ الأَمَازُون ، بَعْدَ أَنْ يَدْخُلَ فِي المَصَبِّ الواسعِ لِلنَّهْرِ . وَلِأَنَّ قَنَاءَ النَّهْرِ تُكُونُ أَضْيَقُ فَإِنَّ هَذَا المَدَّ ذَا ٧ أَقْدَامٍ ارْتِفَاعًا ، يَزْدَادُ ارْتِفَاعُهُ . وَبَعْدَ أَنْ يَنْقَطِعَ حَوَالِي ٢٢٥ مِيلًا نَحْوَ أَعْلَى المَجْرَى يُصْبِحُ ارْتِفَاعُ مَوْجِهِ حَوَالِي ٣٣ قَدَمًا .

لِمَاذَا يَحْدُثُ مَدُّ الْمُحِيطِ ؟

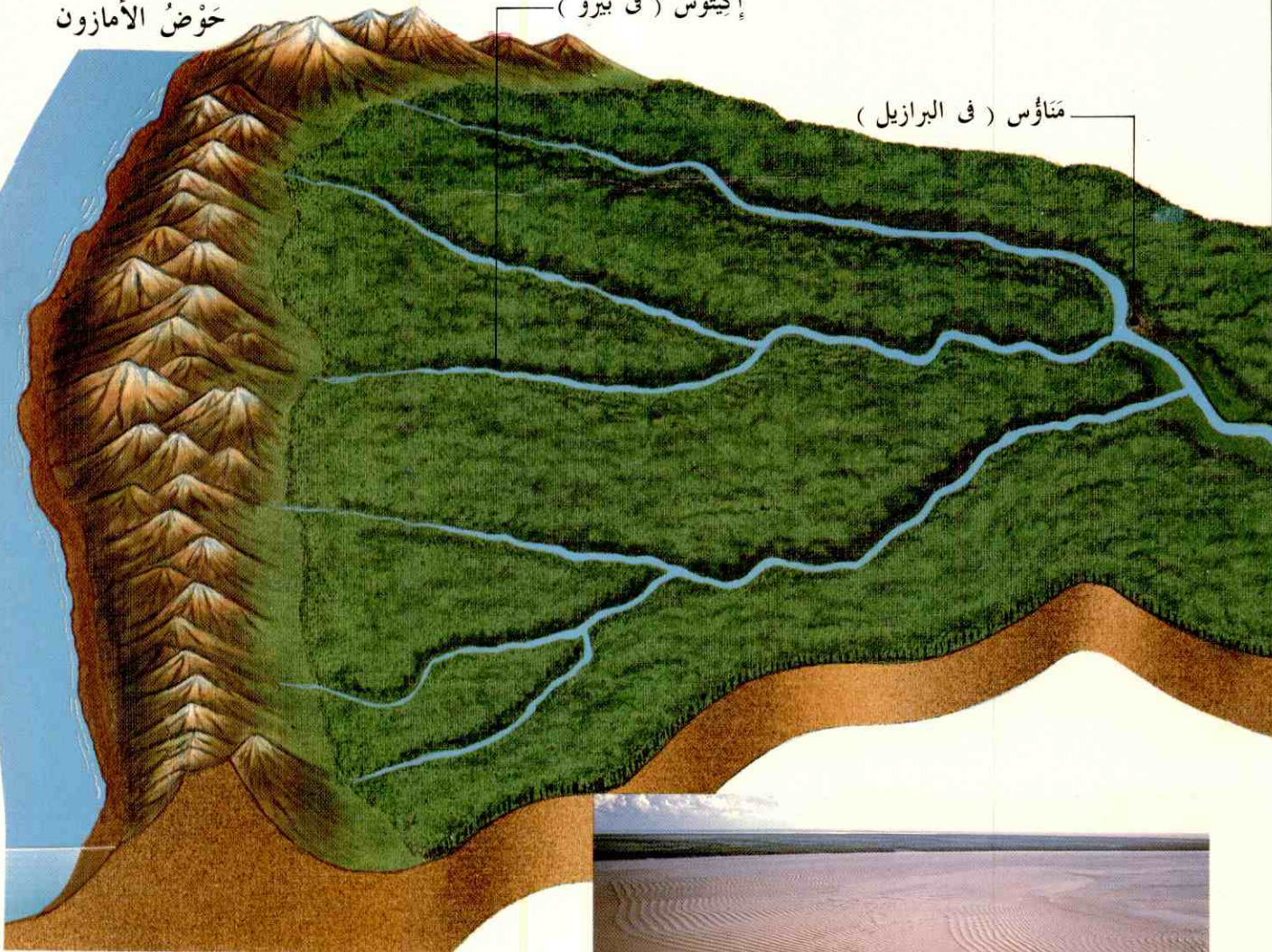
إِنَّ قَبْضَةَ الْجاذِبِيَّةِ الْقَمَرِيَّةِ لِلْأَرْضِ تَرْفَعُ مِيَاهَ الْأَرْضِ فِي جَانِبِ الْأَرْضِ الْمُوَاكِهَةِ لِلْقَمَرِ ، وَتُسَبِّبُ مَدًّا مُرْتَفِعًا . وَتَقْلِلُ الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ ارْتِفَاعَ الْمَدِّ ، فَتَجْدِبُ الْمِيَاهَ فِي جَانِبِ الْأَرْضِ الْبَعِيدِ جَذْبًا بَسِيطًا . وَلَكِنَّ الْمَدَّ الْمُرْتَفِعَ قَدْ يَحْدُثُ أَيْضًا فِي هَذَا الْجَانِبِ ، لِأَنَّ قُوَى الْجاذِبِيَّةِ تُبْعِدُ الْأَرْضَ الصَّلْبَةَ عَنِ الْمُحِيطِ (أَسْفَلَ يَمِينِ) . وَيَحْدُثُ أَعْلَى مَدٍّ عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِي الْمَحَاقِ أَوْ الْبَدْرِ ، فَتَكُونُ قُوَى الْمَدِّ لِلْقَمَرِ وَالشَّمْسِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ (أَسْفَلَ يَسَارِ) .



خَوْضُ الْأَمَازُونِ

إِكِيْتُوس (فِي بِيرو)

مَنَّاؤُس (فِي الْبِرَازِيلِ)



مَنْبَعُ نَهْرِ جَبَلِيّ

جِبَالُ الْأَنْدِيز (أَعْلَى) ، هِيَ مَصْدَرُ مِيَاهِ الْأَمَازُونِ وَرَوَافِدِهِ . وَتَمْتَدُّ هَذِهِ الْجِبَالُ عَلَى طُولِ السَّاحِلِ الْبَاسِيفِيكِيِّ لِأَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ مِنْ بَنَمَا إِلَى كَيْبِ هُورِنِ بِطُولِ ٤٥٠٠ مِيلٍ ، وَهِيَ أَطْوَلُ السَّلَاسِلِ الْجَبَلِيَّةِ عَلَى الْأَرْضِ .



مَدِّ دَافِقٌ يَشُقُّ طَرِيقَهُ فِي الْأَمَازُونِ ، وَيَعَكِسُ ثِيَارَهُ .

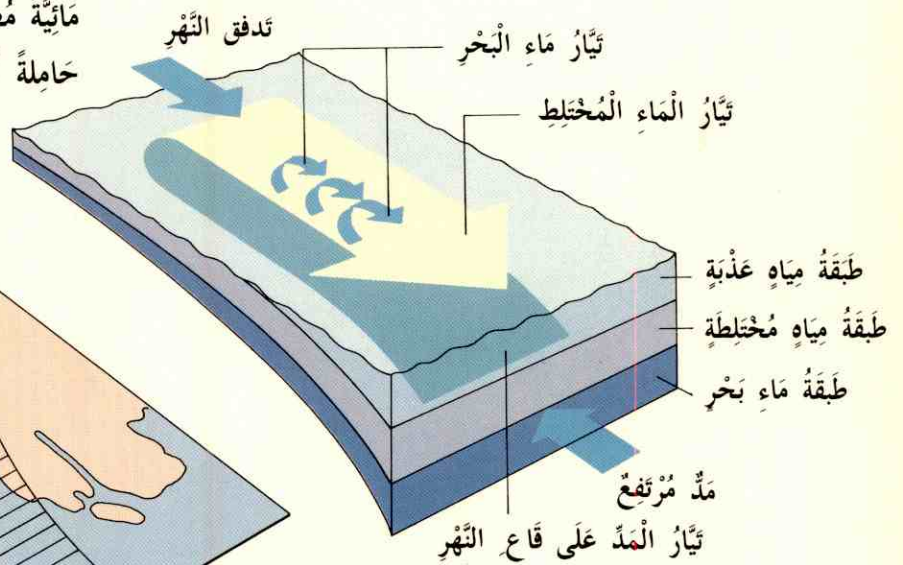
مَا هِيَ الْمَصَبَاتُ الْخَلِيجِيَّةُ؟

يَصُبُّ نَهْرُ التَّيْمَزُ فِي بَحْرِ الشَّامَلِ مِنْ خِلَالِ خَلِيجٍ عَمِيقٍ وَاسِعٍ يُسَمَّى مَصَبًا خَلِيجِيًّا. وَمِثْلُ سَائِرِ مَصَبَاتِ الْأَنْهَارِ، فَقَدْ تَكُونُ هَذَا الْمَصَبُ فِي نِهَائِيَةِ عَصْرِ الْبِلْيُوسْتُوسِينَ الثَّلَاثِيَّ مُنْذُ حَوَالَى ١٠٠٠٠ سَنَةٍ، عِنْدَمَا رَفَعَتْ كُتْلُ الثَّلْجِ الْمُنْصَهَرَةُ مُسْتَوَى سَطْحِ مِيَاهِ الْبَحَارِ فِي الْعَالَمِ. وَهَذِهِ الْمِيَاهُ الْمُرْتَفَعَةُ غَمَرَتْ مَصَبَ النَّهْرِ وَمَجْرَاهُ الْمُنْخَفِضَ، وَكَوْنَتْ هَذَا الْمَصَبَ الْخَلِيجِيَّ.

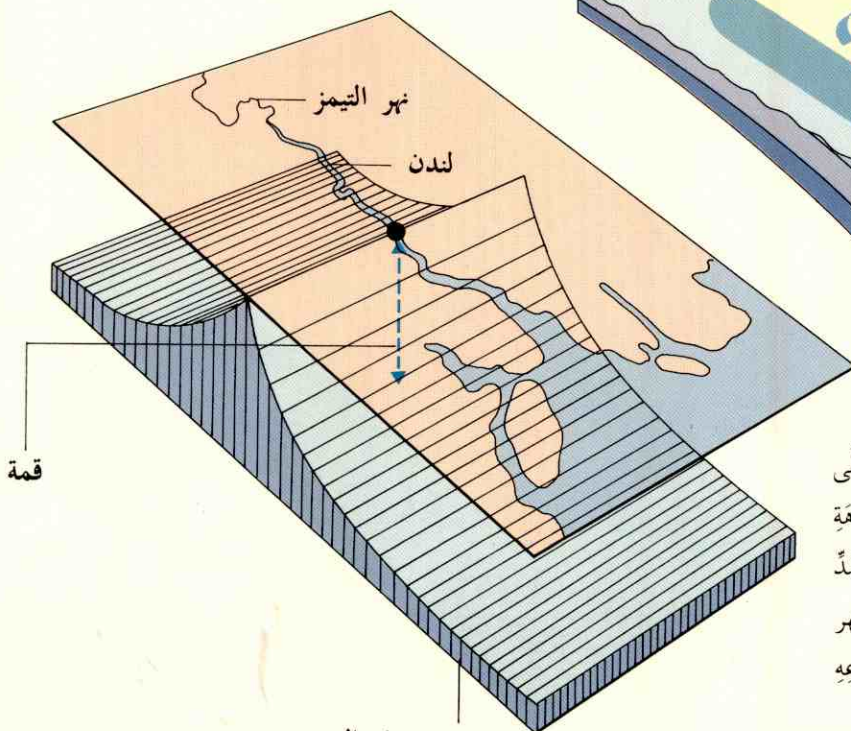
وَالنَّهْرُ الَّذِي يَحْمِلُ كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةً مِنَ الطَّمِي يُغْدِي بِهَا الْمَصَبَ، وَقَدْ يُحَوِّلُهُ إِلَى سَهْلٍ سَاحِلِيٍّ إِذَا امْتَلَأَ بِالطَّمِي. وَنَهْرُ التَّيْمَزُ مِنَ الْأَنْهَارِ ذَاتِ الْمَجْرَى الْمُعْتَدِلِ، قَلِيلِ الرَّوَاسِبِ، فَلَا يَرْسُبُ الْكَثِيرُ فِي مَصَبِهِ. وَكَمَا تَرَى بِالشَّكْلِ أَسْفَلَ، فَإِنَّ أَى رَوَاسِبَ تَتَجَمَّعُ عِنْدَ الْمَصَبِ، سَرْعَانَ مَا تَجْرُفُهَا مِيَاهُ مَدِّ بَحْرِ الشَّامَلِ. وَيَجْرِي عَلَى الْقَاعِ مَرَّتَيْنِ يَوْمِيًّا — وَقْتُ الْمَدِّ الْمُرْتَفِعِ — لِسَانٌ بَارِدٌ مِنَ الْمِيَاهِ الشَّدِيدَةِ الْمُلُوحَةِ إِلَى دَاخِلِ الْمَصَبِ. وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ، فَإِنَّ تِيَّارًا مِنْ مَاءِ النَّهْرِ النَّشِيطِ الدَّافِقِ، يَصْدُمُ الْجُزْءَ الْعُلْوِيَّ الْمُوَاجِهَ مِنَ الْيَابَسَةِ. وَالِاحْتِكَاكُ بَيْنَ هَذَيْنِ التِّيَّارَيْنِ، يُكَوِّنُ طَبَقَةً مَائِيَّةً مُضْطَرِبَةً فِي الْوَسْطِ، تَتَحَرَّكُ كَالدَّوَامَةِ إِلَى الْبَحْرِ حَامِلَةً أَى رَوَاسِبَ مُتَجَمِّعَةٍ.



صُورَةٌ مِنَ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ تُبَيِّنُ شَكْلَ الْقُفْعِ الثَّقِيلِ لِدَلِيجِ تُشِيْسَايِيك، وَهُوَ مِنْ أَكْبَرِ الْمَصَبَاتِ الْخَلِيجِيَّةِ فِي السُّهُولِ السَّاحِلِيَّةِ فِي الْعَالَمِ.



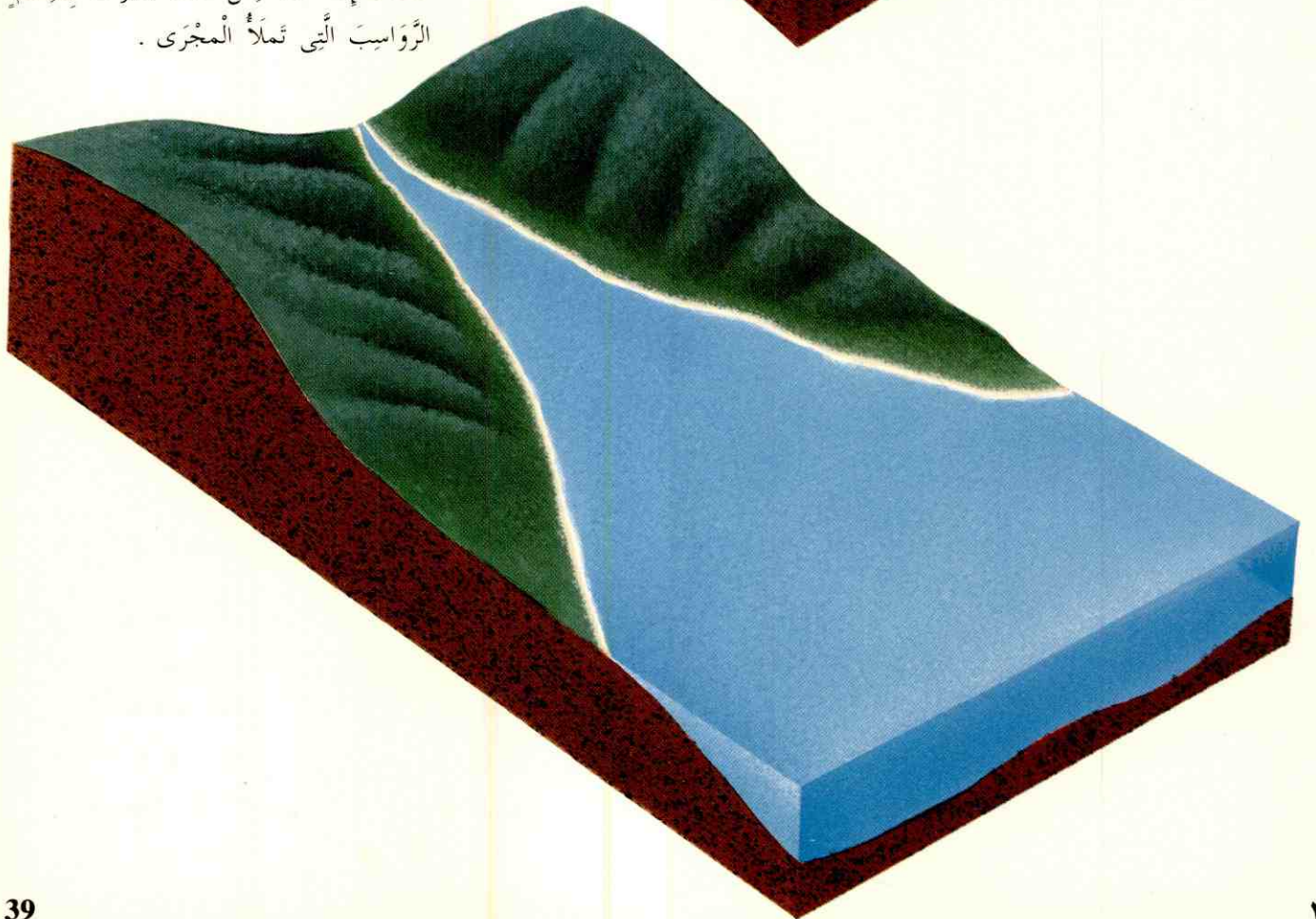
يَضْطَعُ مَدُّ الْمَجِيطِ وَيَكْبُرُ عِنْدَ دُخُولِهِ إِلَى مَصَبِ التَّيْمَزِ، مِثْلُ مَا يَحْدُثُ عِنْدَ فُوهَةِ خُرْطُومٍ تَنْدَفِعُ مِنْهُ الْمِيَاهُ. وَتَتَحَرَّكُ مِيَاهُ الْمَدِّ نَحْوَ أَعْلَى الْمَجْرَى، فَيَرْتَفِعُ مُسْتَوَى مَاءِ النَّهْرِ بِهَذَا الْمَدِّ الدَّافِقِ، وَيَصِلُ إِلَى قِمَّةِ ارْتِفَاعِهِ جَنُوبَ لَنْدُنِ مُبَاشَرَةً.



يَبْدَأُ الْمَصْبُ الْخَلِيجِيُّ كَدِلْنَا (يمين) . وَبَعْدَ ذَلِكَ ، عِنْدَمَا يَرْتَفِعُ سَطْحُ الْمَاءِ أَوْ تَنْخَفِضُ الْيَابِسَةُ ، فَإِنَّ مِيَاهَ الْمُحِيطِ تَعْمُرُ الدَّلْنَا وَوَادِي النَّهْرِ خَلْفَهَا . وَهَذَا الْفَيْضَانُ يُكَوِّنُ خَلِيجًا مُثَلًّا يُسَمَّى الْمَصْبُ الْخَلِيجِيُّ (أسفل) .



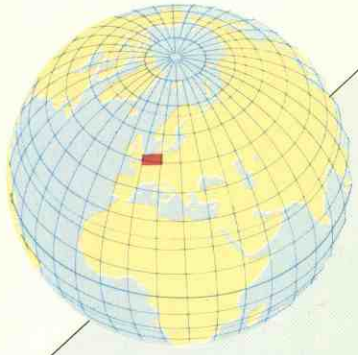
يَحْتَفِظُ الْمَصْبُ الْخَلِيجِيُّ بِشَكْلِهِ الْمَخْرُوطِي فَقَطْ ، إِذَا كَانَ فِعْلُ الْمَدِّ يَجْرِفُ بِالنِّظَامِ الرُّوَاسِيَةِ الَّتِي تَمَلَأُ الْمَجْرَى .



مَا أَهْمِيَّةٌ

الطُّرُق الْمَائِيَّةُ فِي أُوْرُوْبَا

بحر الشمال



- (1) نهر الإلب (2) نهر إمس (3) نهر الراين (4) نهر السين (5) نهر مارن (6) نهر مين (7) نهر سامون (8) قناة ميتلاند (9) قناة دورتموند - إمس (10) قناة ليب - سيانت (11) قناة راين - هيرن (12) قناة شمال هولندا (13) قناة مارن - راين (14) قناة رون - راين (15) قناة الوسط

نَهْرُ الرَّائِنِ ؟

وَالْتِيكَارَ وَالرُّورَ وَاللَّيْبَ ، وَمِنْ الْعَرَبِ يَجْمَعُ مِيَاهُ نَهْرِ الْمُوَزْلِ . وَتَصِلُهُ قَنَوَاتُ بَآئِهَارِ الرُّونِ وَالْإَمَزِ وَالْفَزِرِ وَالْإَلْبَ وَالْدَانُوبَ ، الَّتِي تُوصِلُ إِلَى الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ وَبَحْرِ الْبَلْطِيْقِ وَالْبَحْرِ الْأَسْوَدِ .

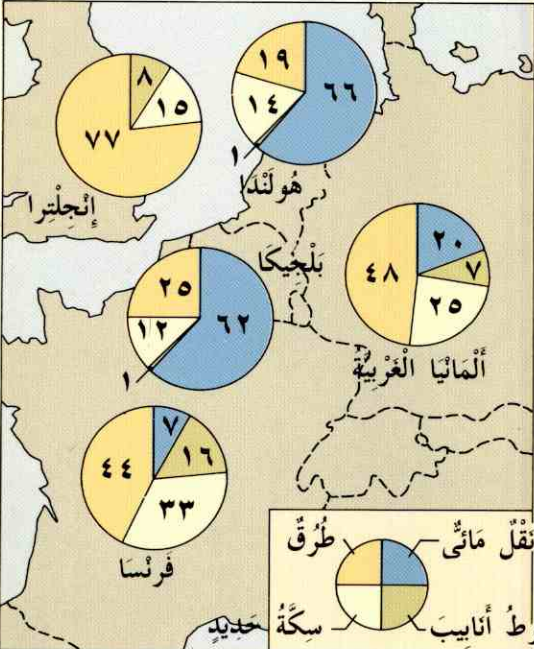
وَالرَّائِنُ مَفْتُوحٌ لِسُفُنِ جَمِيعِ الدُّوَلِ . وَيُمْكِنُ لِلْسُّفُنِ الَّتِي لَا يَزِيدُ وَزْنُهَا عَلَى ٥٠٠٠ طَنَ أَنْ تَتَجَوَّلَ فِي أَعَالِي النَّهْرِ حَتَّى بَازِلَ فِي سُويسِرَا حَامِلَةً الْفَحْمَ وَالْحَامَاتِ وَالْحُبُوبَ وَمُتَّجَاتِ الْبَثْرُولِ . وَالسُّفُنُ الْأَكْبَرُ حَتَّى دِيُوسِرْجَ وَهِيَ الْبَوَابَةُ لِوَادِي الرُّورِ الصَّنَاعِي فِي أَلْمَانِيَا ، حَيْثُ صَنَاعَةُ الْكِيمَاوِيَّاتِ وَالْحَدِيدِ وَالصُّلْبِ وَالْمَنْسُوجَاتِ .

فِي أَعَالِي جِبَالِ الْأَلْبِ فِي سُويسِرَا ، يَنْدَمِجُ رَافِدَانُ لِيُكَوَّنَا نَهْرَ الرَّائِنِ . وَيَنْسَابُ النَّهْرُ مِنْ هُنَاكَ إِلَى الشَّمَالِ وَإِلَى الْعَرَبِ مُحْتَزِّقًا قَلْبَ أُوْرُوبَا الْعَرَبِيَّةِ ، وَمُكَوَّنًا حُدُودَ سُويسِرَا ، وَلِيخْتَشِتِينَ ، وَالنَّمْسَا ، وَفَرَنْسَا ، وَأَلْمَانِيَا . وَفِي قِطَاعِهِ الْأَوْسَطِ وَالْأَدْنَى يَمُرُّ الرَّائِنُ خِلَالَ أَكْبَرِ الْمَوَانِي الصَّنَاعِيَّةِ فِي أَلْمَانِيَا وَهِيَ مَائِهَائِمَ وَكُولُونِ وَذِيُوسِرْجَ ، ثُمَّ يُفْرَغُ مِيَاهُهُ فِي بَحْرِ الشَّمَالِ قَرَبَ الْمِيْنَاءِ الْهَوْلَنْدِيِّ رَوْتِرْدَامِ . وَأَصْبَحَ الرَّائِنُ الْمَمَرُ الْمَائِي الْأَوَّلُ فِي أُوْرُوبَا ، لِأَنَّهُ يَتَّصِلُ بِشَبْكَةٍ مِنَ الْأَنْهَارِ وَالْقَنَوَاتِ إِلَى مَوَانِي سِتِّ دُولٍ مُخْتَلِفَةٍ . فَمِنْ الشَّرْقِ ، يَسْتَقْبِلُ الرَّائِنُ مِيَاهَ أَنْهَارِ الْمَيْنِ

الصَّنَادِلُ تَذَرُغُ الرَّائِنَ ذَهَابًا وَإِيَابًا



فَهُوَ الْمَمَرُ الْمَائِي الرَّئِيسِي



عَالَمُ الْأَهْوَسَةِ :

الْهَوَيْسُ عِبَارَةٌ عَنْ عُزْفٍ خَاصَّةٍ تَسْمَحُ لِلْسُّفُنِ بِالْمَلَاخَةِ عَبْرَ الْأَنْهَارِ الْمُخْتَلِفَةِ الْإِرْتِفَاعِ . وَتَرْفَعُ الْبَوَابَاتُ أَوْ تَخْفِضُ ارْتِفَاعَ سَطْحِ الْمَاءِ فِي هَذِهِ الْعُرْفِ لِتُنَاسِبَ سَطْحَ الْمَاءِ الْأَعْلَى أَوْ الْأَقْلَ الَّذِي سَتَنْتَقِلُ إِلَيْهِ السَّفِينَةُ . وَفِي الصُّورَةِ أَسْفَلَ ، سَفِينَتَانِ تُعْبِرَانِ فِي هَوَيْسِ نَهْرِ الْمُوَزْلِ عَبْرَ قَنَاةٍ تَصِلُ بَيْنَ أَلْمَانِيَا وَفَرَنْسَا .



كَيْفَ تُنْقَلُ أُوْرُوبَا بِصُنَائِعِهَا

يُعْتَبَرُ النُّقْلُ الْمَائِي لِلْبَضَائِعِ هُوَ أَفْضَلُ الْوَسَائِلِ فِي بَلْجِيكَا وَهَوْلَنْدَا ، حَيْثُ تُنْقَلُ ثُلَاثَا الْبَضَائِعِ عَنْ طَرِيقِهِ (يَمِينِ) . وَفِي فَرَنْسَا وَأَلْمَانِيَا الْغَرْبِيَّةِ تُنْقَلُ نِصْفُ الْبَضَائِعِ بِالشَّاحِنَاتِ ، وَلَكِنْ يَسْتَمِرُّ شَحْنُ الْبَضَائِعِ بِنِسْبَةٍ كَبِيرَةٍ عَلَى نَهْرِ الرَّائِنِ .

مُعَدَّاتُ النُّقْلِ

- سُفُنٌ مُتَّجِهَةٌ إِلَى الْمُحِيطِ
- قَنَاةٌ ٥٠٠٠ طَنٍ
- قَنَاةٌ ١٠٠٠ طَنٍ
- قَنَاةٌ ٣٠٠ طَنٍ
- قَنَوَاتٌ

كَيْفَ تَتَكُونُ الْأَنْهَارُ الْجَلِيدِيَّةُ (الْتَّلَاجَاتُ) ؟

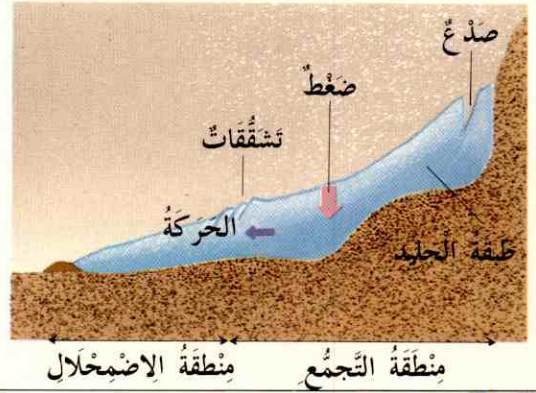


إِذَا ضُغِطَ التَّلْجُ فَإِنَّهُ يَتَبَلُّورُ
مَرَّةً أُخْرَى مُكَوَّنًا الْجَلِيدَ .

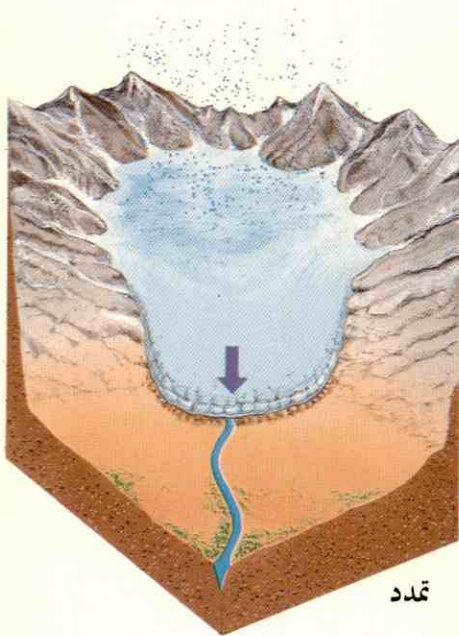
الْتَّلَاجَاتُ هِيَ كُتَلُ صَخْمَةٍ مِنَ الْجَلِيدِ ، تَتَحَرَّكُ عَلَى الْأَرْضِ كَأَنَّهَا جِبَالٌ مُنْصَهَرَةٌ . وَتَتَكُونُ فِي الْأَلْبِ وَالْمَنَاطِقِ الْقُطْبِيَّةِ ، حَيْثُ يَتَجَمُّعُ التَّلْجُ الدَّائِمُ . وَبِتَرَاكُمِ طَبَقَاتِ التَّلْجِ ، فَإِنَّهَا تَضْغُطُ الطَّبَقَاتِ السُّفْلَى إِلَى جَلِيدٍ ، وَوَزْنُهَا يَجْعَلُ الْتَّلَاجَةَ تَتَحَرَّكُ . وَمُعْظَمُ الْتَّلَاجَاتِ تَتَحَرَّكُ أَقَلَّ مِنْ قَدَمِ يَوْمِيًّا ، وَلَكِنَّ بَعْضَهَا قَدْ يَتَحَرَّكُ ٥٠ قَدَمًا فِي يَوْمٍ . وَالْتَّلَاجَةُ الْأَلْبِيَّةُ طَوِيلَةٌ وَضَيِّقَةٌ ، وَتَتَحَرَّكُ بِيْطءٍ إِلَى أَسْفَلِ خِلَالِ مُسَيَّلَاتٍ ضَيِّقَةٍ مِنْ حَلْبَةِ جَلِيدِيَّةٍ وَهِيَ الْخِفَاصَةُ فِي الْجِبَالِ تُشَبِّهُ السُّلْطَانِيَّةَ .

وَيُعْطَى قِمَّةُ كُلِّ مِنَ الْقُطْبَيْنِ الْأَرْضِيَّيْنِ وَجَرِينْلَانْدِ غِطَاءً مِنَ الْجَلِيدِ الْقَارِي . وَالْتَّلَاجَاتُ فِي سَفْحِ الْجِبَالِ هِيَ سَفْحُ جَلِيدِيٍّ مُنْزَلِقٍ مِنَ الْأَمَاكِنِ الْمُرْتَفِعَةِ إِلَى هَضْبَةٍ مُنْخَفِضَةٍ .

فِي مَنطَقَةِ التَّجْمَعِ ، يَتَجَمَّعُ التَّلْجُ وَالْجَلِيدُ أَسْرَعَ مِنْ أَنْصِهَارِهِمَا . وَفِي مَنطَقَةِ الإِضْمِحَالِ ، يَتَفَوَّقُ الإِنْصِهَارُ عَلَى التَّرَاكُمِ . وَتَتَكَوَّنُ الصَّدُوعُ وَالتَّشَقُّقَاتُ عِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ التَّلَاجَةُ مَسَافَةً مُفَاجِئَةً إِلَى أَسْفَلَ عَلَى الْقَاعِ الصَّخْرِيِّ تَحْتَهَا .



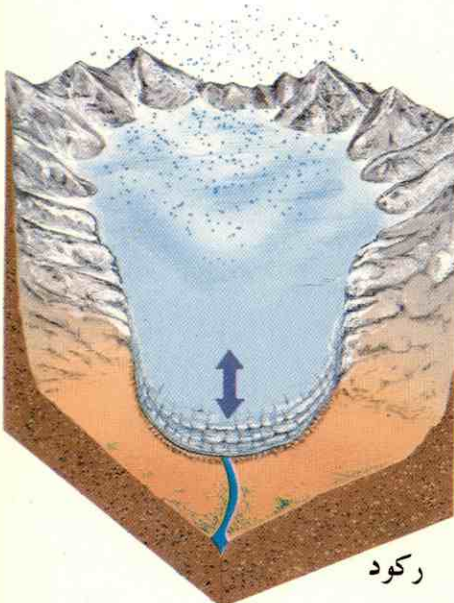
١ — تَأْخُذُ التَّلَاجَةُ شَكْلَهَا فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَتَجَمَّعُ فِيهَا التَّلْجُ أَسْرَعَ مِمَّا يَنْصَهَرُ . وَتَعْمَلُ الرِّيحُ الْمُسْبِغَةُ بِالرُّطُوبَةِ (السَّهْمِ الْأَزْرَقِ يَسَارَ) الْبَارِدَةِ عَلَى تَزَايِدِ طَبَقَاتِ التَّلْجِ الَّتِي تَتَجَمَّعُ أَسْفَلَ مُكَوَّنَةً الْجَلِيدَ .



٢ — وَتَبْأَثِيرِ الْجَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ عَلَى كُتْلَةِ الْجَلِيدِ ، فَإِنَّهُ يَبْدَأُ التَّحَرُّكَ إِلَى أَسْفَلَ : فَإِذَا كَانَتْ سُرْعَتُهُ تَحْرُكُ التَّلَاجَةِ أَكْبَرَ مِنْ سُرْعَةِ أَنْصِهَارِهَا فَإِنَّهَا تَعْمُرُ الْوَادِي أَسْفَلَ .



انحسار



٣ — وَبِمُضِيِّ الْوَقْتِ ، يُصْبِحُ مُعَدَّلُ أَنْصِهَارِ التَّلَاجَةِ مُنَاسِبًا لِمُعَدَّلِ تَحْرُكِهَا إِلَى أَسْفَلَ ، فَيَبْدُو هَذِهِ الْكُتْلَةُ الْجَلِيدِيَّةُ الضَّخْمَةُ مُتَوَقِّفَةً فِي مَسَارِهَا ، رَغْمَ أَنَّهَا مَا زَالَتْ تَتَحَرَّكُ ، وَلَكِنْ يُبْطِئُ شَدِيدًا .

٤ — بَعْدَ تَكَوُّنِ التَّلَاجَاتِ بِعَشْرَاتِ أَوْ مِائَاتِ الْأَلُوفِ مِنَ السَّنَوَاتِ ، بَدَأَ أَنْصِهَارُهَا يَزِيدُ عَنْ مُعَدَّلِ حَرَكَتِهَا . وَأُخِذَتْ فِي الْإِنْحِسَارِ نَحْوَ أَعْلَى الْوَادِي .

مَا هِيَ الْأَشْكَالُ الْأَرْضِيَّةُ الَّتِي تَكُونُهَا التَّلَاجَاتُ؟

التَّلَاجَةُ هِيَ كَاسِحَةٌ طَبِيعِيَّةٌ . فَهِيَ تَقْتَلِعُ الصُّخُورَ قُرْبَ قِمَّةِ الْجَبَلِ ، تَارِكَةً تَجَاوِيفَ تُشَبِّهُ مَقْعَدًا ذَا مَسْنَدَيْنِ تُسَمَّى الْحَبَاتِ . وَعِنْدَ أَمَاكِنِ تَدَاخُلِ

قَرْنٍ

وَادٍ تَلْجِيٍّ

رُكَّامٌ جَانِبِيٌّ

رُكَّامُ الْمُؤَخَّرَةِ

إِسْكَر

ثَلَاثِ حَبَاتٍ أَوْ أَكْثَرَ ، تَتَكَوَّنُ قِمَمٌ ذَاتُ رُءُوسٍ حَادَّةٍ تُسَمَّى الْقُرُونِ . وَإِلَى أَسْفَلِ الْجَبَلِ ، تَحْفَرُ التَّلَاجَاتُ أَغْوَارًا عَلَى شَكْلِ U ، مِثْلَ الَّذِي يَشَقُّهُ نَهْرٌ فِي وَادٍ .

وَيَنْتُجُ عَنْ هَذِهِ الْحَرَكَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، كَمِّيَّاتٌ ضَخْمَةٌ مِنَ الرُّوَاسِبِ تُرْسِبُهَا الْمَثَلَجَةُ فِي أَكْوَامٍ كَقِمَمِ التَّلَالِ تُسَمَّى الرُّكَّامَ ، أَوْ فِي أَكْوَامٍ بَيَضِيَّةٍ جَلِيدِيَّةٍ تُعْرَفُ بِالْكَيْبِ الْجَلِيدِيِّ ، وَتَتَرَسَّبُ أَعْمَدَةٌ مِنَ الرَّمْلِ وَالْحَصَى تُعْرَفُ بِالْإِسْكَرِ بِوَاسِطَةِ جَدَاوِلِ مَاءِ الْإِنْصِهَارِ الَّتِي تُكَوِّنُ أَنْفَاقًا عَبْرَ جَلِيدِ التَّلَاجَةِ .

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ هَذِهِ الْأَشْكَالُ الْجَلِيدِيَّةُ ؟

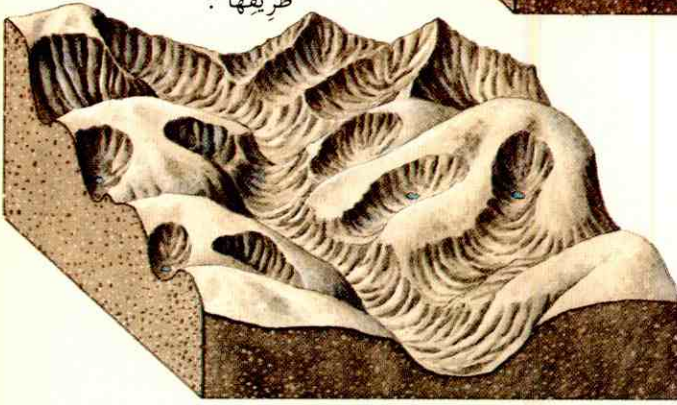
قَبْلَ التَّلَجِّ

مِنْطَقَةٌ جَبَلِيَّةٌ تَتَكَوَّنُ فِيهَا ثَلَاجَاتٌ ، تُعْطِيهَا مُنْحَدَرَاتٌ مُتَمَوِّجَةٌ ، وَأَوْدِيَةٌ جَدَاوِلٌ عَلَى شَكْلِ V . وَهَذَا التَّشْكِيلُ يَنْتُجُ عَنِ التَّآكُلِ الْهَادِئِ بِوَاسِطَةِ الْأَنْهَارِ وَالرِّيَّاحِ وَالْأَمْطَارِ .



أثناء التَّلَجِّ

نَفْسُ الْمِنْطَقَةِ وَقَدْ غُطِّيَتْ بِجَلِيدِ الثَّلَاجِ ، وَتَظْهَرُ التَّجَارِيفُ الْمُدْبِيَّةُ الْخُرُوفُ ، مَكَانَ الْجِبَالِ الْمُسْتَدِيرَةِ . وَتَتَحَرَّكُ الْمَثَلِجَةُ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدِرِ ، كَأَسِيحَةٍ الصُّخُورِ فِي طَرِيقِهَا .



بَعْدَ التَّلَجِّ

هَذِهِ الْأَغْوَارُ الْعَمِيقَةُ عَلَى شَكْلِ U ، تُشِيرُ إِلَى مَرِّ الثَّلَاجَةِ بَعْدَ الْإِنْصِهَارِ . وَعِنْدَ قِمَّةِ الْجَبَلِ ، يَظْهَرُ فِي الْأَفْقِ ، الْقُرُونُ وَالْقِمَمُ الْمُدْبِيَّةُ ثَلَاجَةُ الْبَيَّةِ .



حَلَبَةٌ



كَثِيبٌ جَلِيدِيٌّ يَبْضِي

الرُّكَامُ النَّهَائِي

الْعَمَلُ ثُنَائِي الْمَرَحَلَةِ لِلثَّلَاجَةِ : الثَّلَاجَاتُ الْأَلْبِيَّةُ تَنْحِتُ الصُّخُورَ لِتَكُونُ الْقُرُونُ ، وَالْحَلَبَاتِ ، وَالْأَوْدِيَةُ الْجَلِيدِيَّةُ عَلَى شَكْلِ U . وَفِي النَّهَائَةِ ، تُعِيدُ تَوَزِيعَ الْكَسَارَاتِ الْجَلِيدِيَّةِ فِي الرُّكَامِ وَالْكَثِيبَاتِ وَالثَّلَالِ الْبَيْضَوِيَّةِ .

هل كل أنواع الركام متشابهة؟

يَحْتَوِي الْجَلِيدُ الْمُتَحَرِّكُ مِنْ ثَلَاجَةٍ جَلِيدِيَّةٍ عَلَى أَطْنَانٍ مِنْ الشَّطَايَا الصَّخْرِيَّةِ الْمُتَّصِلَةِ مَعًا وَالْمُخْتَلِفَةِ الْحَجْمِ . وَعِنْدَمَا تَتَرَاوَجُ الثَّلَاجَةُ أَعْلَى وَادِي جَبَلٍ ، فَإِنَّهَا تَفْصِلُ هَذِهِ الرُّوَاسِبِ الصَّخْرِيَّةِ عَلَى هَيْئَةِ رُكَّامٍ لَهُ أَشْكَالٌ وَأَحْجَامٌ مَتَّوَعَةٌ .

وَالْمُفْتَتَاتُ الْمَحْمُولَةُ تَحْتَ جَانِبِ الثَّلَاجَةِ ، تَسْتَقِرُّ كَرُكَّامٍ أَرْضِيٍّ عَلَى هَيْئَةِ غِطَاءٍ صَخْرِيٍّ يُعْطَى الْأَرْضُ . وَقِطْعُ الْحِجَارَةِ الْعَلِيظَةِ الْقَصِيرَةِ الْمَحْصُورَةِ بَيْنَ الثَّلَاجَةِ وَجَوَانِبِ الْوَادِي تَتَرَسَّبُ عَلَى كِلَا الْجَانِبَيْنِ فِي شَرَائِطٍ طَوِيلَةٍ تُسَمَّى الرُّكَّامُ الْجَانِبِيُّ . وَكَثِيرًا مَا يَتَمَيَّزُ وَسْطُ مَجْرَى الثَّلَاجَةِ خِلَالَ الْوَادِي بِأَثَرِ صَخْرِيٍّ يُسَمَّى الرُّكَّامُ الْأَوْسَطُ .

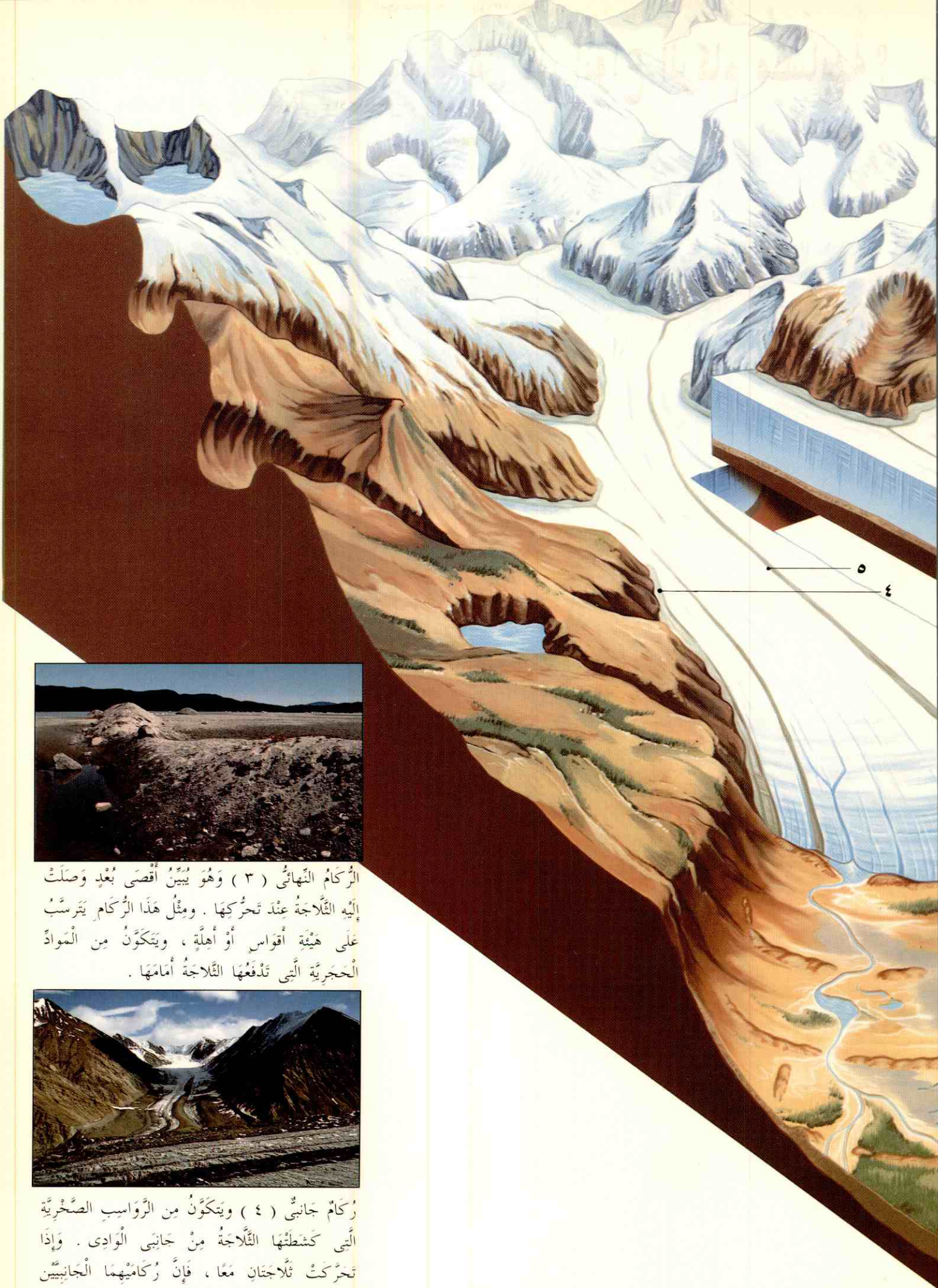
أَمَّا الصُّخُورُ وَالْجَلَامِيدُ الَّتِي تَدْفَعُهَا الثَّلَاجَةُ أَمَامَهَا فَتَجْمَعُ فِي حَافَةِ مَقْوَسَةٍ تُسَمَّى رُكَّامُ الْجَبْهَةِ ، وَهُوَ يُحَدِّدُ مَدَى تَقَدُّمِ الثَّلَاجَةِ أَسْفَلَ الْوَادِي . أَمَّا رُكَّامُ الْمُؤَخَّرَةِ فَهُوَ أَصْغَرُ ، وَيُسَمَّى أَيْنَ تَوَقَّفَتْ الثَّلَاجَةُ لِتَبَدُّا الْحِسَارِهَا .



رُكَّامُ أَرْضِيٍّ (١) وَهُوَ خَلِيطٌ مِنَ الصَّلْصَالِ وَالرَّمْلِ وَالْحَصَى وَالْجَلَامِيدِ ، يَنْتَشِرُ فَوْقَ مَنَاطِقِ الثَّلَاجَةِ وَلِأَنَّهَا تَحْتَ قَاعِدَةِ الثَّلَاجَةِ فَإِنَّ الرُّكَّامَ الْأَرْضِيَّ يَكْشِطُ الطَّبَقَاتِ السَّطْحِيَّةَ وَالصَّخْرِيَّةَ الَّتِي تَحْتَهُ .



رُكَّامُ الْمُؤَخَّرَةِ (٢) هِيَ حَافَةٌ مَقْوَسَةٌ مِنَ الْمَفْتَتَاتِ الَّتِي تَرَكَّتْهَا الثَّلَاجَةُ أَثْنَاءَ تَوَقُّفِ مُوقِفِ مُوقِفِ عِنْدَ انْحِسَارِهَا .



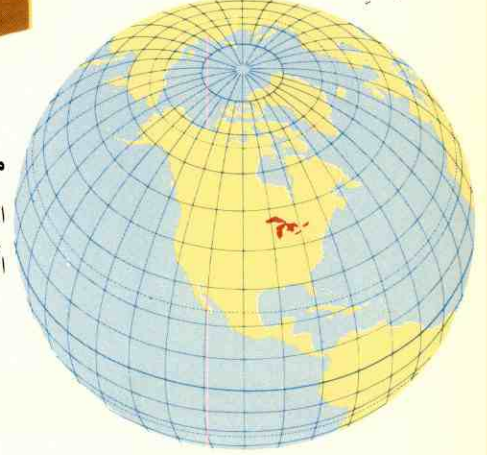
الرُّكَّامُ النَّهَائِي (٣) وَهُوَ يُبَيِّنُ أَقْصَى بُعْدٍ وَصَلَتْ
إِلَيْهِ الثَّلَاجَةُ عِنْدَ تَحَرُّكِهَا . وَمِثْلُ هَذَا الرُّكَّامِ يَتَرَسَّبُ
عَلَى هَيْئَةِ أَقْوَاسٍ أَوْ أَهْلَةٍ ، وَيَتَكَوَّنُ مِنَ الْمَوَادِّ
الْحَجَرِيَّةِ الَّتِي تُدْفَعُهَا الثَّلَاجَةُ أَمَامَهَا .



رُكَّامٌ جَانِبِي (٤) وَيَتَكَوَّنُ مِنَ الرُّوَاسِيَةِ الصَّخْرِيَّةِ
الَّتِي كَشَطَتْهَا الثَّلَاجَةُ مِنْ جَانِبِي الْوَادِي . وَإِذَا
تَحَرَّكَتْ ثَلَاجَتَانِ مَعًا ، فَإِنَّ رُكَّامَيْهِمَا الْجَانِبِيَّيْنِ
يَنْدَمِجَانِ لِيَكُونَا رُكَّامًا أَوْسَطَ (٥) .

منذ ١٨٠٠٠ سنة : وصلت
الثلجات إلى أقصى مداها جنوباً .

خلال عصرٍ باردٍ منذُ ٣٠٠٠٠
سنة ، تحرك الغطاء الجليدي الذي
يغطي معظم كندا ، ببطء نحو
شمال أمريكا . وتحت تأثير وزنه ،
غاصت الأراضي المنخفضة —
بما فيها التي أصبحت البحيرات
العظمى — تحت مستوى سطح
البحر .



منذ ١٤٠٠٠ سنة : تراجع غطاء
الجليد ، مكوناً بحيرات قصيرة
العمر على طول مقدمته .

منذ ١١٠٠٠ سنة : تحركت
الثلجات جنوباً مرةً أخرى ،
وابتلع البحيرات الوليدة .

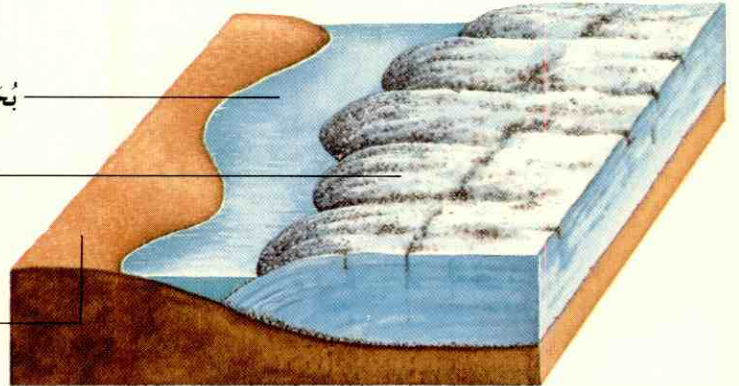
كيف تتكون البحيرات ؟

وزن الثلجة يخفض القارة تحتها أثناء حركتها وغتها لسطح الأرض . ثم حين
انحسرت الثلجة ، فإن الماء الناتج عن الانصهار يملأ المساحة المنخفضة ، مكوناً
بحيرة .

بحيرة جليدية

ثلجة

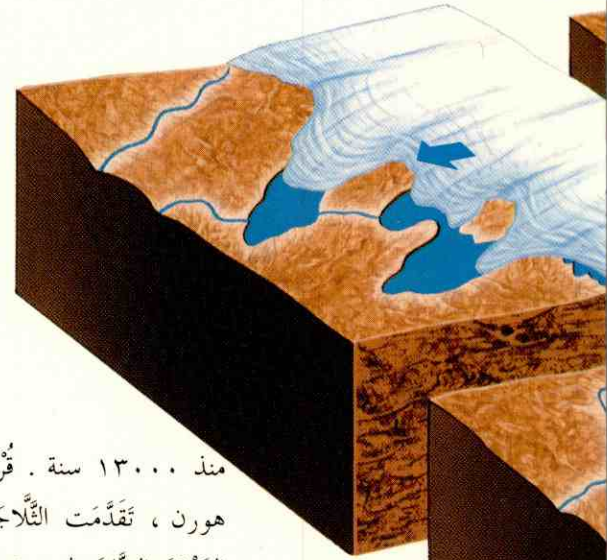
قارة



منذ ١٠٠٠٠ سنة : بدأت
الثلجات الانحسار ثانياً ، وظهرت
البحيرات العظمى ثانية .

البحيرات العظمى؟

تَقَعُ الْبَحِيرَاتُ الْعُظْمَى فِي كَنَدَا وَالْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ عَلَى الْحُدُودِ بَيْنَهُمَا .
وَهَذِهِ الْمَسَاحَاتُ الضَّخْمَةُ مِنَ الْمِيَاهِ الْمُسَمَّاةِ بِالْبَحِيرَاتِ الْعُظْمَى ، قَدْ
كَوَّنَهَا الْجَلِيدُ الَّذِي كَانَ يُعْطَى مُعْظَمَ أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةِ .
وَمُنْذُ حَوَالَى ٢٥٠٠٠٠ سَنَةٍ ، كَانَتْ الْمَسَاحَةُ الَّتِي تَشْغُلُهَا هَذِهِ
الْبَحِيرَاتُ ، عِبَارَةً عَنْ سَهْلٍ مُنْخَفِضٍ . وَتَقَدَّمَ أَحَدُ الْغِطَاءَاتِ الْجَلِيدِيَّةِ
الْقَارِيَّةِ فِي هَذِهِ الْمَسَاحَةِ ، وَخَفَرَ وَهَذَا فِي مَنَاطِقِ الرُّوَاسِ الضَّعِيفَةِ .
وَبَتَّابَعِ الشَّلْجِ ، وَأَحْدَثُهُ تَمَّ مِنْذُ ٣٠٠٠٠ سَنَةٍ ، فَقَدْ تَعَمَّقَتْ وَاتَّسَعَتْ
هَذِهِ الْوُهَادُ . وَمِنْذُ ١٤٠٠٠ سَنَةٍ بَدَأَ غِطَاءُ الْجَلِيدِ فِي الْإِنْحِسَارِ ، وَمَلَأَ
الْمَاءُ الْمُنْصَهَرُ التَّجَاوِيفَ ، وَكَوَّنَ أَوَّلَ مَجَارِي الْبَحِيرَاتِ الْعُظْمَى .
وَهَكَذَا فَإِنَّ الْبَحِيرَاتِ الْعُظْمَى أَحْدَثَ شَكْلَهَا الْحَالِي مِنْذُ ١٠٠٠٠
سَنَةٍ .



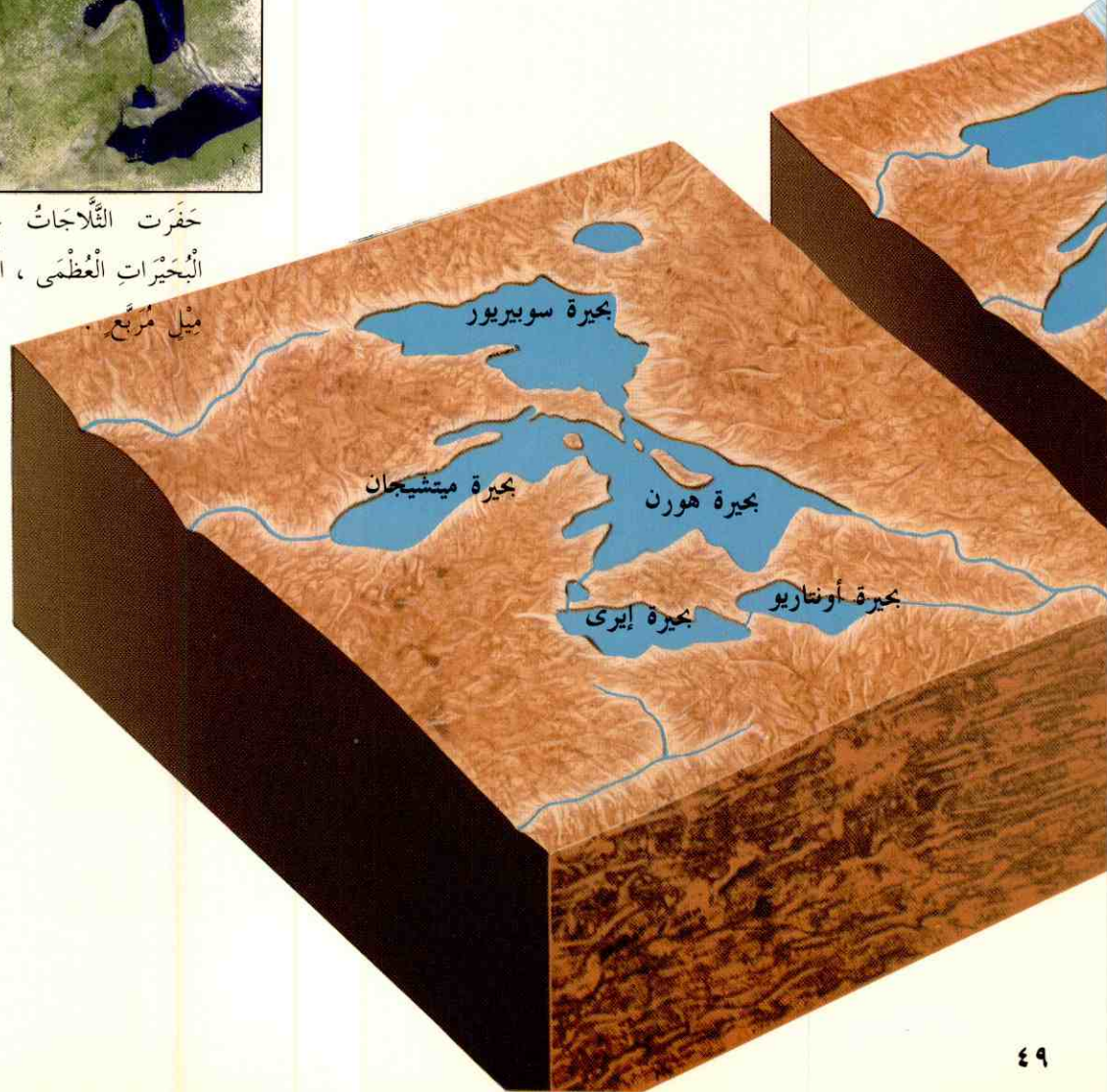
مِنْذُ ١٣٠٠٠ سَنَةٍ . قُرْبَ الْمَوْقِعِ الْحَالِي لِبُورْت
هُورِن ، تَقَدَّمَتِ الثَّلَاجَةُ مَرَّةً أُخْرَى ، لَتُعْطَى
الْمَوْقِعَ السَّابِقَ لِبَحِيرَةِ سُوْبِيرِيُور .

مِنْذُ ١٢٠٠٠ سَنَةٍ : انْحَسَرَ غِطَاءُ
الْجَلِيدِ وَظَهَرَتِ الْمَلَامِجُ الْحَالِيَّةُ
لِلْبَحِيرَاتِ الْعُظْمَى (يَمِين) .



خَفَرَتِ الثَّلَاجَاتُ خِلَالَ أَكْثَرِ مِنْ ٣٠٠٠٠ سَنَةٍ
الْبَحِيرَاتِ الْعُظْمَى ، الَّتِي تُعْطَى الْيَوْمَ أَكْثَرُ مِنْ ٩٥٠٠٠
مِثْلَ مُرَبَّعٍ .

مِنْذُ ٥٠٠٠ سَنَةٍ . انْحَسَرَتْ
الْثَّلَاجَاتُ تَمَامًا ، وَلَكِنَّ
أَحْوَاضَ الْبَحِيرَاتِ لَمْ تُكْمَلْ
انْفِصَالًا . فَمَثَلًا بِحِيرَةُ
مِيتَشِيْجَان وَبَحِيرَةُ هُورُون
تُكَوْنُ مُسَطَّحًا وَاحِدًا مُتَّصِلًا مِنْ
الْمَاءِ . وَخِلَالَ الـ ٥٠٠٠ سَنَةٍ
التَّالِيَةِ ، اتَّخَذَتِ الْبَحِيرَاتُ
الْعُظْمَى شَكْلَهَا الْحَالِي .

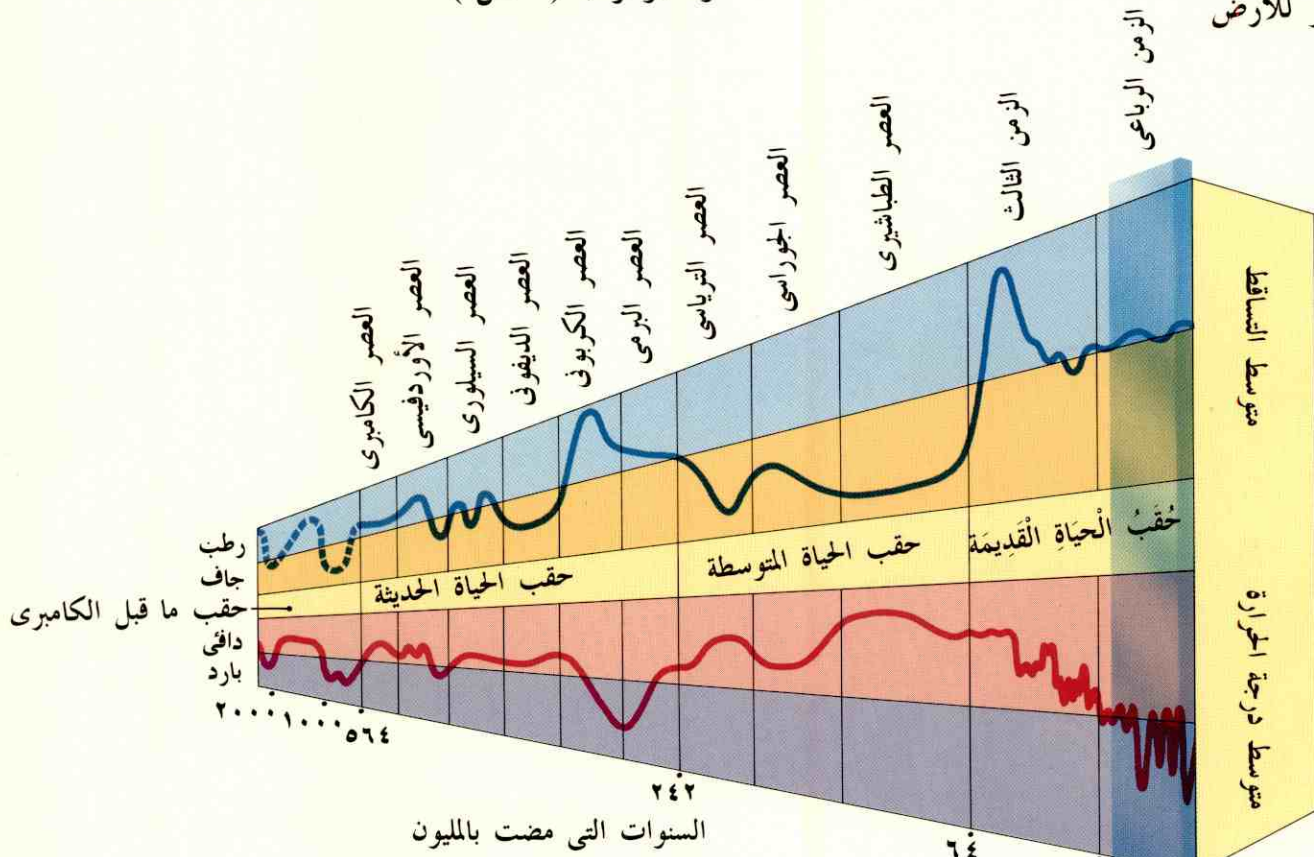


هل غيرت العصور الجليدية الأرض؟

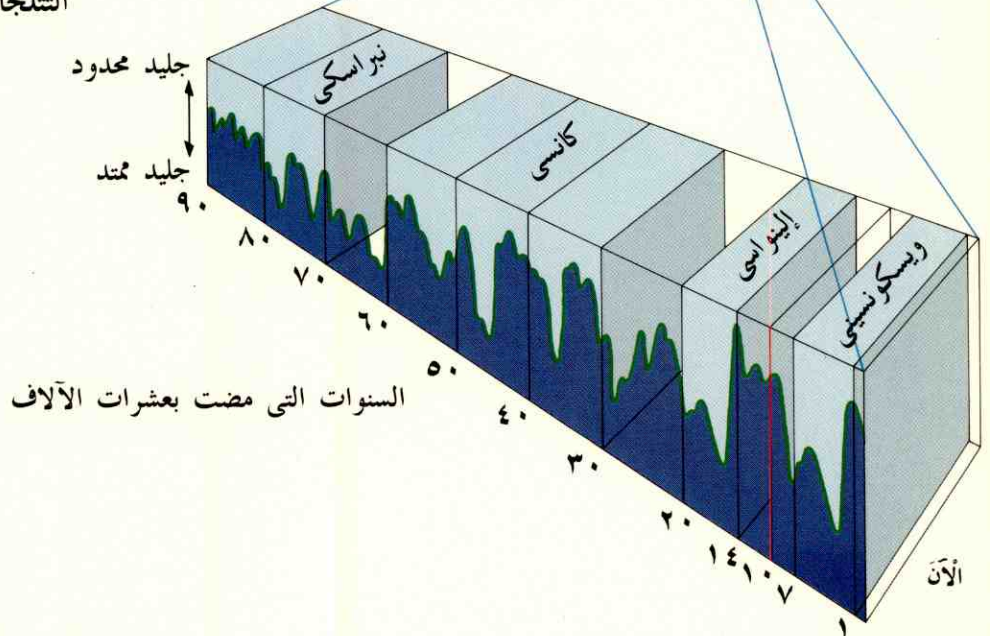
الغطاء الجليدي. وأحدث عصر جليدي يُسمى البليستوسين، حدثت فيه أربعة تثلجات كبيرة. وكل تثلج منها قد سبب تغيرات جوهرية في المناخ أدت إلى تغير عالمي في مستوى ماء البحر، والمناطق الزراعية، والطبوغرافيا (أسفل)

عبر تاريخ الأرض، فإن تغير مدار الأرض حول الشمس قد أحدث العصور الجليدية. وفي كل عصر جليدي حدثت تثلجات، وهي عصور انتشر فيها الغطاء الجليدي، وبين هذه العصور عصور أخرى انحسر فيها

المناخ المتغير للأرض

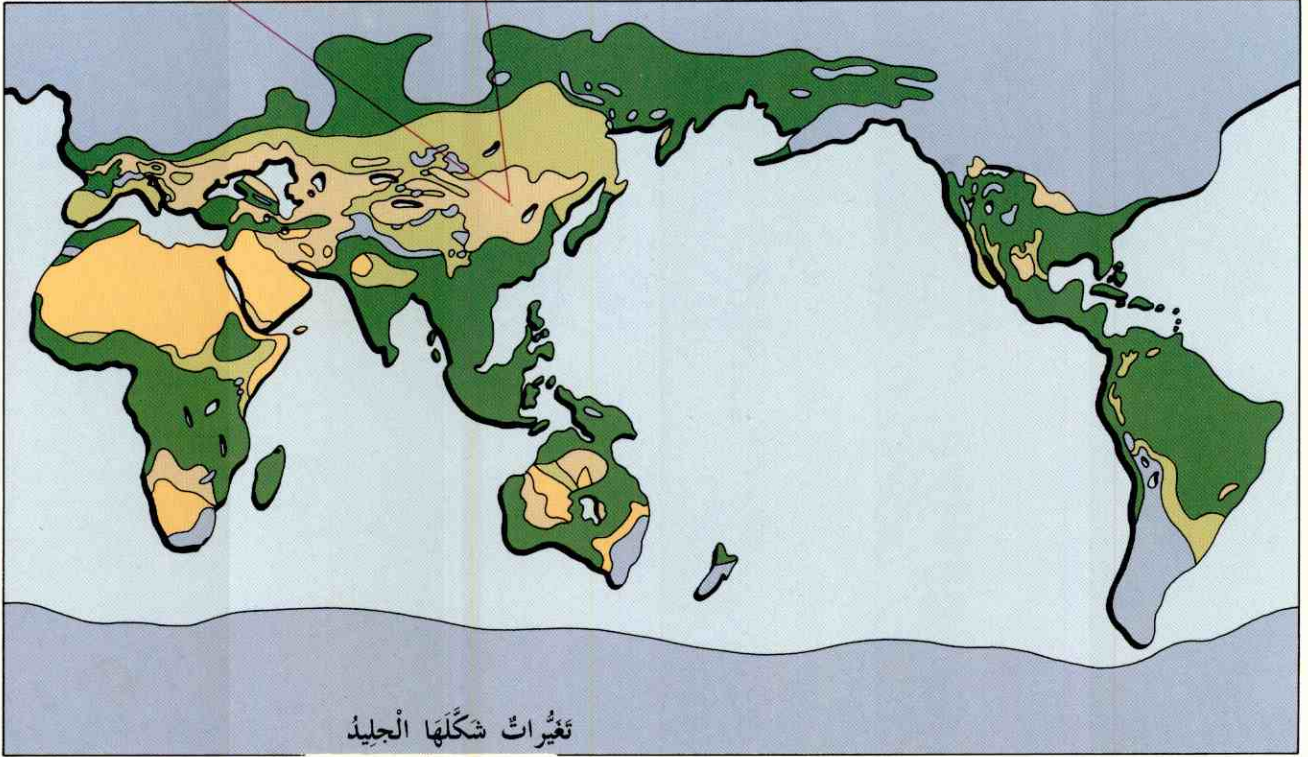


التثلجات في عصر البليستوسين



عَصْرٌ جَلِيدِي سَابِقٌ

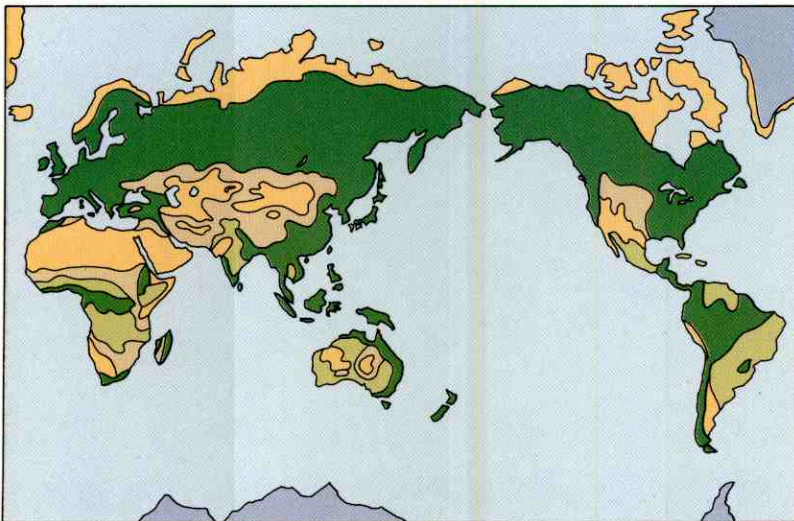
صَحْرَاءُ جُوبَى فِي شَمَالِ
شَرْقِ آسِيَا ، وَهِيَ أَرْضٌ
قَاحِلَةٌ الْيَوْمَ (يَمِين) ،
كَانَتْ هَضْبَةً تُغَطِّيهَا
الْأَشْجَارُ (يَسَار) اثنَاءَ
الْجَلِيدِ الْوَيْسْكَونْسِيَّ
مِنْذَ ٧٠٠٠٠ إِلَى
قَلْبِ صَحْرَاءِ جُوبَى رَمْلٌ وَحَصَّى . ١٠٠٠٠ سنة مضت .



تَغْيِرَاتُ شَكْلِهَا الْجَلِيدُ

خِلَالَ فِتْرَةِ التَّلُجِّ الْعَالَمِيَّةِ الْأَخِيرَةِ فِي الْأَرْضِ ، وَالَّتِي
انْتَهَتْ مِنْذَ ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، اِمْتَدَّتْ غِطَاءَاتُ الْجَلِيدِ
الْقُطْبِيَّةِ (أَعْلَى) : فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ وَصَلَتْ
الْتَّلَاجَاتُ شَمَالًا حَتَّى بِيرو ، وَفِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ
اِمْتَدَّتْ جَنُوبًا إِلَى نِيوجَرْسى .

- أَرْضٌ قَاحِلَةٌ (غِطَاءٌ) جَلِيدِي
- (صَحْرَاءُ أَوْ سُهُولٌ تَنْدُرًا جَرْدَاءُ)
- سُهُولٌ اسْتَبَسَّ وَاسِعَةٌ شَبِهُ جَافَّةً
- سَافَانَا أَوْ مَرَاعٍ
- غَابَاتٌ



بَعْدَ انْصِهَارِ الْجَلِيدِ

وَلِأَنَّ الْغِطَاءَاتِ الْجَلِيدِيَّةَ انْحَسَرَتْ ، فَإِنَّ الْغَابَاتِ
الْمُعْتَدِلَةَ عَادَتْ إِلَى خُطُوطِ الْعَرْضِ الْأَعْلَى ،
وَتَرَكَتْ خُطُوطَ الْعَرْضِ الْوُسْطَى لِلصَّحَارَى
وَالْمَرَاعَى الْجَدْبَاءِ .

مَاذَا يُوجَدُ تَحْتَ القَارَّةِ القطْبِيَّةِ الجنوبيَّةِ ؟

الأنتاركتيكا أو القارَّة الجنوبيَّة يُعْطِيهَا حَوَالِي ٧ مليون مِثْلُ مُكْعَبٍ مِنَ الْجَلِيدِ . وَهَذِهِ الْقَلَنْسُوَّةُ الْجَلِيدِيَّةُ بِهَا أَكْثَرُ مِنْ ٥٠٪ مِنَ الْمِيَاهِ الْعَذْبَةِ عَلَى سَطْحِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، وَتُغَطِّي ٩٩٪ مِنَ الْأَنْتَارَكْتِيكََا حَيْثُ إِنَّ الْجِبَالَ الْعَالِيَةَ فِي هَذِهِ الْقَارَّةِ هِيَ فَقَطِ الَّتِي تَحْتَرِقُ هَذَا الْغَطَاءُ الْجَلِيدِيُّ .

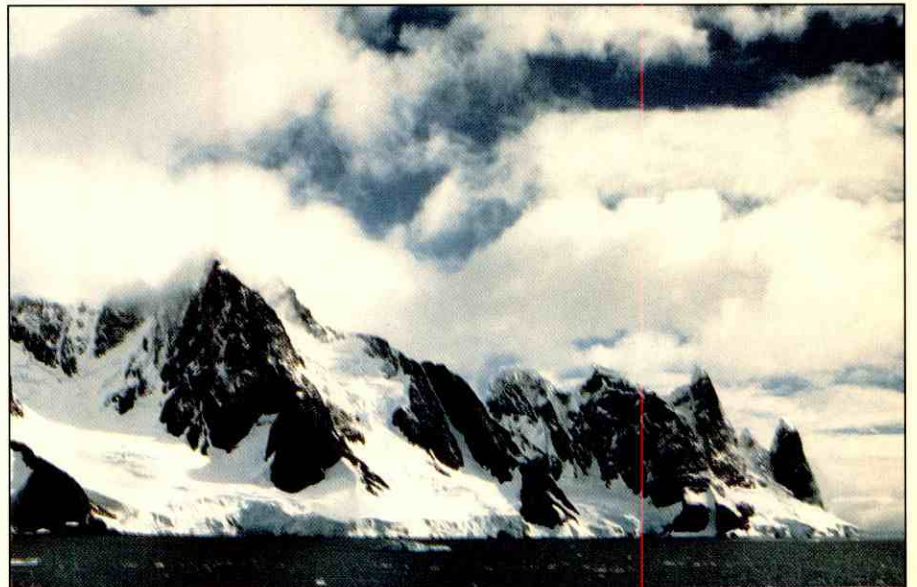
وهذه الجبال المسماة بسلسلة الأنتاركتيكا ترانسفيرس ، وتقسّم القارَّة إلى منطقتين (يسار) . الأكبر هي أنتاركتيكا الشرقيَّة وتُشغِلُ قَلْبَ الْقَارَّةِ ، وهي هَضْبَةٌ قَفْرَاءُ شَدِيدَةُ الْبُرُودَةِ مَدْفُونَةٌ تَحْتَ ٩٠٠٠ إِلَى ١٠٠٠٠ قَدَمٍ مِنَ الْجَلِيدِ . وَالْأَصْغَرُ هِيَ أَنْتَارَكْتِيكََا الْغَرْبِيَّةُ وَتُظْهِرُ كَأَنَّهَا كُتْلَةٌ أَرْضِيَّةٌ صُلْبَةٌ ، وَلَكِنَّهَا فِي الْحَقِيقَةِ سَلَاسِلُ مِنَ الْجُزُرِ الْجَبَلِيَّةِ الْمُخْتَفِيَةِ تَحْتَ عِبَاءَةِ مِنَ الْجَلِيدِ سُمْكُهَا يَصِلُ إِلَى ١٤٠٠٠ قَدَمٍ .

وَيَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ أَنَّهُ لَوْ أُزِيلَتِ الْقَلَنْسُوَّةُ الْجَلِيدِيَّةُ مِنَ الْأَنْتَارَكْتِيكََا ، فَإِنَّ الْقَارَّةَ سَتَرْتَفِعُ حَوَالِي ٢٦٠٠ قَدَمٍ . وَسَتَظَلُّ أَجْزَاءٌ مِنَ أَنْتَارَكْتِيكََا الْغَرْبِيَّةِ تَحْتَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، وَلَكِنَّ أَجْزَاءً أُخْرَى مِنَ الْقَارَّةِ سَتَصِلُ إِلَى ارْتِفَاعِ آسِيَا . وَوَفْقًا لِمَنَاحِ الْقَارَّةِ ، فَإِنَّ الْجَلِيدَ لَنْ يَخْتَفِيَ قَرِيبًا . وَفِي هَذِهِ الْمُنْطَقَةِ الْقُطْبِيَّةِ ، تَظَلُّ الشَّمْسُ تَحْتَ الْأَفْقِ شَهْرًا مُتَّصِلَةً ، حَيْثُ يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الْيَوْمِيَّةِ - ٦٠ ° فَيَهْرُ نَهْيَتَهُ (- ٥١ °م تقريباً) .



الرُّؤْيَةُ خِلَالَ الْجَلِيدِ

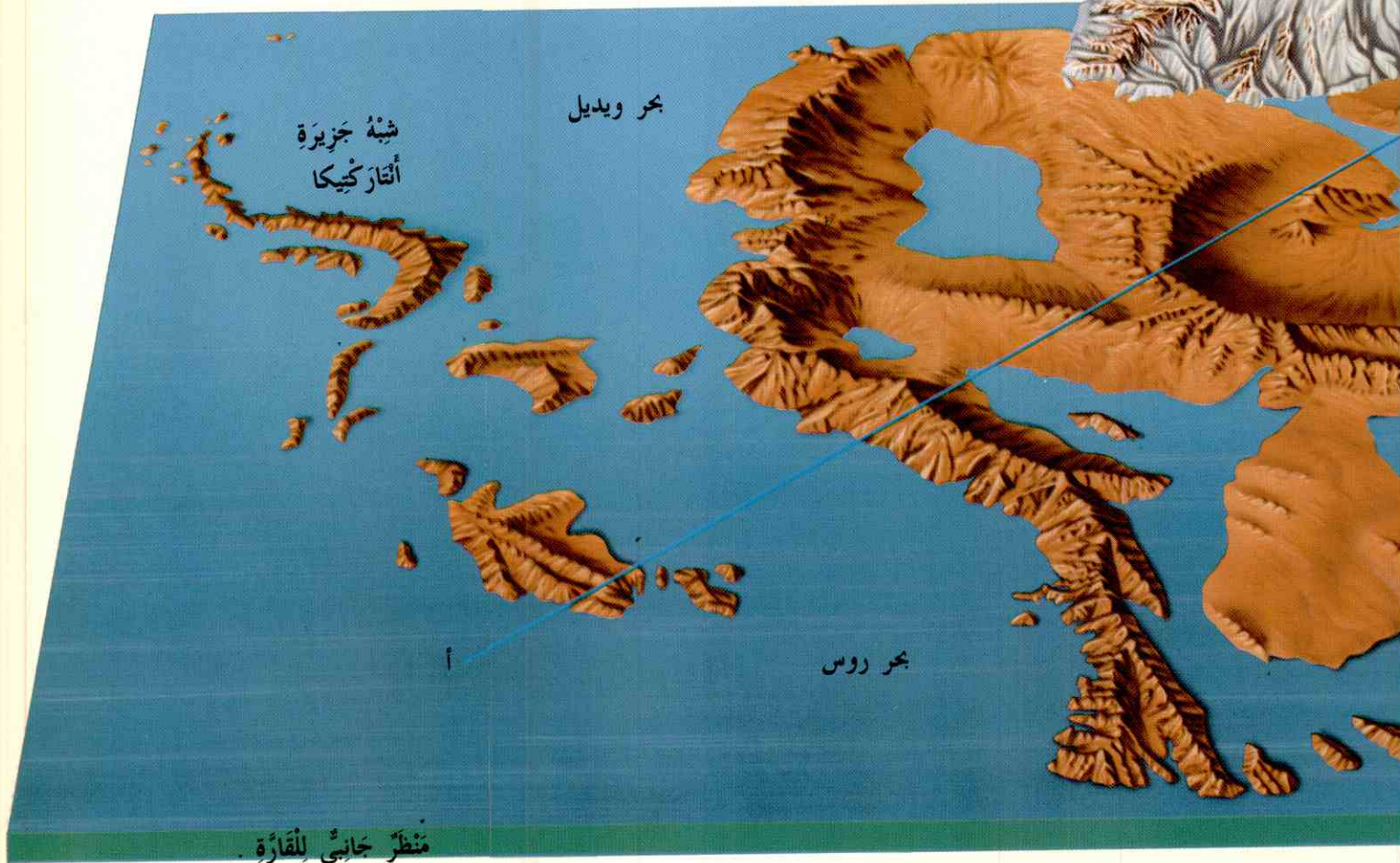
إِسْتُخْدِمَ الْعُلَمَاءُ الرَّادَارَ لِرِسْمِ خَرِيطَةِ الْقَارَّةِ تَحْتَ الْجَلِيدِ . وَتُعْكَسُ بَعْضُ أَشْعَاءِ الرَّادَارِ عَلَى سَطْحِ الْجَلِيدِ ، وَالبَعْضُ الْآخَرُ يَخْتَرِقُ الْجَلِيدَ لِيَتُعْكَسَ عَلَى سَطْحِ صُخُورِ الْقَاعِ . وَالْوَقْتُ بَيْنَ عَوْدَةِ الشَّعَاعَيْنِ يَكْشِفُ سُمْكَ الْجَلِيدِ وَتَعَرُّجَاتِ الْأَرْضِ تَحْتَهُ .



مِنَ الْبَحْرِ ، تَظْهَرُ عَلَى سَاحِلِ الْأَنْتَارَكْتِيكََا - أْبْرَدُ وَأَعْلَى قَارَّةٍ - الْجِبَالُ الْوَعْرَةُ وَهِيَ مُحَلَّقَةٌ فِي الْجَوِّ . وَيَصِلُ ارْتِفَاعُهَا دَاخِلَ الْقَارَّةِ إِلَى حَوَالِي ١٦٠٠٠ قَدَمٍ .

مُسْتَوَى مَاءِ الْبَحْرِ

ب



مَنْظَرٌ جَانِبِيٌّ لِلْقَارَةِ .
بِإِزَالَةِ الْغُلَافِ الْجَلِيدِيِّ (أَعْلَى وَأَسْفَل) ،
فَإِنَّ ٦٠ ٪ فَقَطُ مِنَ الْقَارَةِ يُوجَدُ فَوْقَ
مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ .

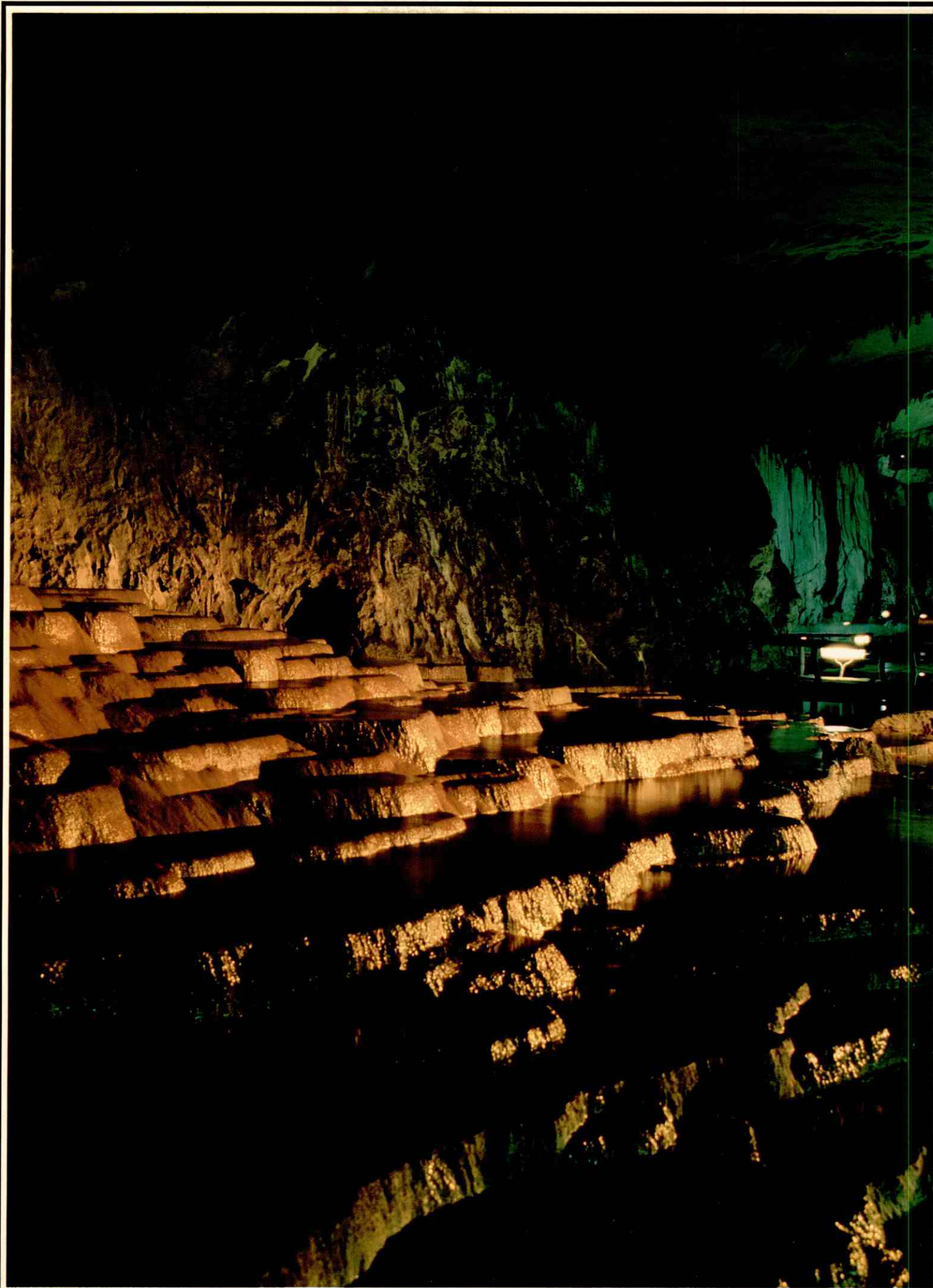
سِلْسِلَةُ أَنْتَارَكْتِيكَا ترانسفيرس

3 المِياهُ الجوفيةُ وَالْبُحِيرَاتُ

يُوجَدُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ بَيْنَ طَبَقَاتِ التُّرْبَةِ وَالصُّخُورِ ، شَبَكَةٌ كَبِيرَةٌ مِنَ الشَّقُوقِ وَالْمَسَامِ وَالْتَّجَاوِيفِ الْمَمْلُوءَةِ بِالْمَاءِ . وَهَذِهِ الشَّبَكَةُ الْجَوْفِيَّةُ تَكُونُ جُزْءًا هَامًا مِنْ نِظَامِ تَصْرِيفِ الْمِياهِ بِالْأَرْضِ . وَهَذَا النِّظَامُ الْجَوْفِيُّ يَعْمَلُ مِثْلَ إِسْفِنْجَةٍ سَرِيَّةٍ عَمَلَاةٍ تَمْتَصُّ ، مِياهَ الْأَمْطَارِ وَمِياهِ الثَّلُوجِ الْمُنْصَهَرَةِ ثُمَّ تُحَرِّرُهَا بِيْطَاءً . وَالْمِياهُ الْجَوْفِيَّةُ رَغْمَ احْتِفَائِهَا عَنِ الْأَنْظَارِ إِلَّا أَنَّهَا تُرْتَبِطُ ارْتِبَاطًا وَثِيقًا بِالْحَيَاةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . فَهِيَ مَصْدَرٌ دَائِمٌ لِلْمَاءِ ، حَتَّى فِي شُهُورِ الْجَفَافِ ، حَيْثُ إِنَّهَا تَتَسَرَّبُ عَلَى شَكْلِ أَنْهَارٍ أَوْ بُحَيْرَاتٍ أَوْ مُسْتَنْقَعَاتٍ أَوْ عُيُونِ مِياهٍ بَارِدَةٍ أَوْ سَاخِنَةٍ . وَفِي الصَّحَرَاءِ ، فَإِنَّ الْمِياهَ الْجَوْفِيَّةَ تُمَدُّ أَى وَاحِدَةً عَرْضِيَّةً بِطُرُوفٍ مُنَاسِبَةٍ لِلْحَيَاةِ فِي أَكْثَرِ أَنْوَاعِ الْمُنَاحِ جَفَافًا . وَفِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي تَسُودُهَا الصُّخُورُ الْجَبَرِيَّةُ تَعْمَلُ الْمِياهُ الْجَوْفِيَّةُ عَمَلِ النَّحَاتِ فَتَذِيبُ قَاعَ الصُّخُورِ وَتَكُونُ مَغَارَاتٍ مُمْتَدَّةً أَوْ حُفَرًا بِالْوَعِيَّةِ أَوْ وَدْيَانًا .

وَقَدْ اسْتَخْرَجَ النَّاسُ مِنْذُ آلَافِ السِّنِينَ ، الْمِياهَ الْجَوْفِيَّةَ مِنَ الْيَنَابِعِ وَالْآبَارِ لاسْتِخْدَامِهَا فِي الشَّرْبِ وَالرِّى . وَلَكِنَّ الْمِياهَ الْجَوْفِيَّةَ — مِثْلَ مَصَادِرِ الْمِياهِ الْأُخْرَى — يَسْهُلُ تَلَوُّثُهَا وَإِسَاءَةُ اسْتِعْمَالِهَا . وَفِي مَنَاطِقٍ كَثِيرَةٍ ، تَسْرَبَتْ مَوَادُّ كِيمِيَائِيَّةٌ مُلَوِّثَةٌ إِلَى مَصَادِرِ الْمِياهِ الْجَوْفِيَّةِ ، وَسَمَمَتْهَا . وَفِي مَنَاطِقٍ أُخْرَى ، أُسْتُخْدِمَتْ مِضْحَاحَاتُ الْمِياهِ بِكَثْرَةٍ لِاتِّسَامِحِ بِتَعْوِيزِ الْمَاءِ الْمُسْتَهْلَكِ ، وَبِذَلِكَ فَقَدْ أُسْتَنْزِفَ الْمَاءُ الْجَوْفِيُّ بِدَرَجَةٍ خَطِيرَةٍ . وَمَعَ الزِّيَادَةِ الثَّابِتَةِ فِي تَعْدَادِ سُكَّانِ الْعَالَمِ ، تَزْدَادُ الْحَاجَةُ لِلْمَاءِ . وَيَجِبُ حِمَايَةُ هَذَا الْمَصْدَرِ مِنَ الْمُلَوِّثَاتِ وَالِاسْتَنْزَافِ .

صُورَةٌ أَبْدَعَهَا صَنَعَ اللَّهِ سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى ، لِمَغَارَةِ جَبَرِيَّةٍ مُظْلِمَةٍ شَكَّلَتْهَا الْمِياهُ الْجَوْفِيَّةُ الشَّدِيدَةُ الْإِنْدِفَاعِ فِي الْيَابَنِ ، وَهِيَ كَهْفُ أُكْيُ يُوْشِي . وَهَذِهِ الْمِصَاطِبُ الْمُسَمَّاةُ الْأَطْبَاقُ الْمَائَةِ تَبْدُو كَأَنَّهَا نُجَحَّتْ مِنْ حَجَرٍ مَرِنٍ .



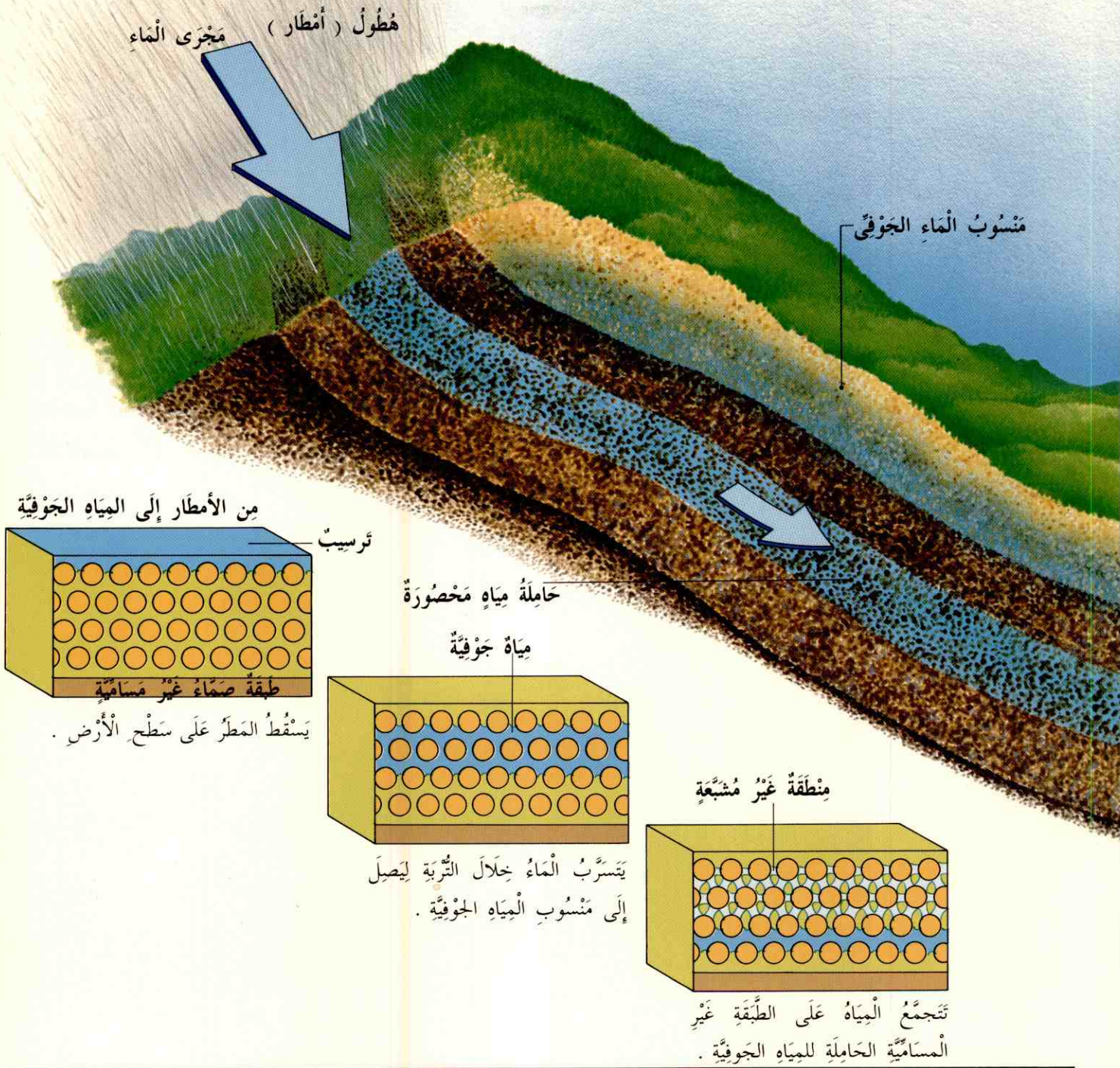
لِمَاذَا تَنْسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ؟

تَتَجَمَّعُ عَلَى سَطْحِهَا مَكُونَةٌ مِنْطَقَةٌ تُسَمَّى الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ
الْجَائِمَةُ (أَوْ السَّائِكَةُ) . وَقَدْ تُنَحْصِرُ الطَّبَقَةُ الْحَامِلَةُ
لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ بَيْنَ طَبَقَتَيْنِ غَيْرِ مَسَامِيَّتَيْنِ ، وَيَزْدَادُ الضَّغْطُ
تَدْرِيجِيًّا عَلَى الْقِطَاعَاتِ السُّفْلَى مِنَ الطَّبَقَةِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ
بِسَبَبِ ثِقَلِ الْمَاءِ فَوْقَهَا — وَتَنْسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ دَائِمًا
بِسُرْعَةٍ قَلِيلَةٍ ، مُتَوَسِّطُهَا بَيْنَ كَسْرِ الْبُوصَةِ وَعَدَّةِ أَقْدَامٍ
فِي الْيَوْمِ .

تُسيطرُ الجاذبيَّةُ الأرضيَّةُ على حركةِ المِياهِ الجوفيَّةِ .
فَإِذَا تَسَرَّبَ المَطَرُ دَاخِلَ التُّرْبَةِ ، فَإِنَّ الجاذبيَّةَ تَجذبُهُ
إِلَى أَسْفَلٍ حَتَّى يَصِلَ إِلَى مُسْتَوًى تَمَلُّأُ فِيهِ المِياهُ جَمِيعَ
الفَرَاقَاتِ فِي التُّرْبَةِ والصُّحُورِ ، وَمَتَى امْتَلَأَتْ يُقَالُ إِنَّهَا
تَشَبَّعتْ ، وَيُسَمَّى السَّطْحُ العُلَوِيُّ لِلْمَاءِ بِمَنْسُوبِ الْمَاءِ .
وَفِي المَنَاحِ الرُّطْبِ ، قَدْ يَكُونُ مَنْسُوبُ الْمَاءِ عَلَى عُمُقِ
أَقْدَامٍ قَلِيلَةٍ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ ، وَفِي المَنَاطِقِ الجافَّةِ قَدْ
يَكُونُ عَلَى عُمُقِ مِائَاتِ الأَقْدَامِ . وَيَسْتَمِرُّ تَأثيرُ الجاذبيَّةِ
الأرضيَّةِ فِي المَنَاطِقِ المُشْبَعَةِ ، فَتَجذبُ المِياهَ مِنْ
الأَمَاكِنِ المُرتَفَعَةِ — مِثْلَ ما تَحْتَ التَّلَالِ — إِلَى المَنَاطِقِ
الْمُنْحَفِضَةِ — مِثْلَ الوُديَانِ .

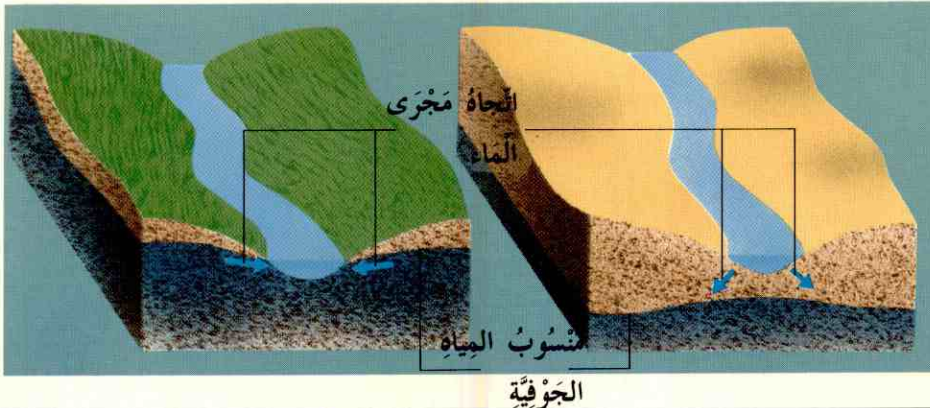
وَطَبَقَةُ الصُّحُورِ الَّتِي تَحْتَفِظُ بِالْمِيَاهِ وَتَسْمَحُ لَهَا بِالْإِنْسِيَابِ
تُسَمَّى الطَّبَقَةُ الْحَامِلَةُ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، وَهُنَاكَ طَبَقَاتُ
صَحْرِيَّةٌ غَيْرُ مُنْفَذَةٍ لَا تَسْمَحُ لِلْمِيَاهِ بِالْتَّقَادِ حِلَالِهَا ، وَإِذَا
صَادَفَتِ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ الْهَابِطَةَ مِثْلَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ ، فَإِنَّهَا





الْأَنْهَارُ وَالْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ

تَقْدُ الْأَنْهَارُ وَالْجُدَاوِلُ كَثِيرًا مِنْ مِيَاهِهَا فِي الْمَنَاطِقِ الْجَافَةِ ، لِتُعْذَى نِظَامَ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ الَّتِي يَكُونُ مَنْسُوبُهَا عَلَى عُمُقٍ كَبِيرٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ . أَمَّا فِي الْمَنَاطِقِ غَزِيرَةِ الْأَمْطَارِ ، فَيَكُونُ مَنْسُوبُهَا فِي مُسْتَوَى سَطْحِ مَاءِ النَّهْرِ ، أَوْ أَعْلَى مِنْهُ ، وَلِذَلِكَ فَإِنَّهَا تُعْذَى النَّهْرُ بِالْمِيَاهِ .



كَيْفَ تَشْكُلُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ الْأَرْضَ؟



تَعْرِيةً بِوَاسِطَةِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ تَنْحَتُ عَنْهَا هَضْبَةٌ كَارِسْتٌ كَبِيرَةٌ . وَقَدْ اكْتَسَبَتْ نَوْعِيَّتَهَا الْهَادِئَةَ الْإِنْجِدَارِ مِنَ الْخَفَرَاتِ الْبَالُوعِيَّةِ وَوَجْهِ الطَّبَقَةِ الْجِيرِيَّةِ ، بَيْنَمَا يَتَخَلَّلُ الطَّبَقَةُ الصَّخْرِيَّةُ السُّفْلِيَّةُ مَغَارَاتٌ لَا تُرَى مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ .
كارن (خندق)

فِي الْمَنَاطِقِ الصَّخْرِيَّةِ الْجِيرِيَّةِ تَلْعَبُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ دَوْرًا فِي تَشْكِيلِ الْمَظْهَرِ الْأَرْضِيِّ بِإِذَابَةِ الصُّخُورِ الْجِيرِيَّةِ الَّتِي تَنْسَابُ خِلَالَهَا . وَتُعْتَبَرُ حَرَكَةُ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ بَطِيئَةً جِدًّا بِالْمُقَارَنَةِ بِحَرَكَةِ الْأَنْهَارِ الَّتِي تَنْحَتُ صِفَافَهَا . وَلَكِنَّ مَاءَ الْمَطَرِ يَجْمَعُ بَعْضًا مِنْ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ مِنَ الْجَوِّ ، وَعِنْدَمَا يَتَسَرَّبُ فِي بَاطِنِ الْأَرْضِ يَجْمَعُ مَقَادِيرَ أَكْبَرَ مِنْ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ مِنَ التُّرْبَةِ ، وَيَتَكَوَّنُ حَمْضُ الْكَرْبُونِيكِ الَّذِي يَتَفَاعَلُ مَعَ الْحَجَرِ الْجِيرِيِّ وَيَذِيئُهُ مُكَوَّنًا بِيَكْرَبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ . فَتَظْهَرُ عِنْدَ سَطْحِ الْأَرْضِ أَحْوَاضٌ وَاسِعَةٌ أَوْ حُفَرٌ غَائِرَةٌ فِي الْأَمَاكِنِ الَّتِي ذَابَ الْحَجَرُ الْجِيرِيُّ تَحْتَهَا . أَمَّا تَحْتَ الْأَرْضِ ، فَإِنَّ الْمِيَاهَ الْجَوْفِيَّةَ تُذِيبُ أَمَاكِنَ اتِّصَالِ الصُّخُورِ بِبَعْضِهَا الْبَعْضِ ، وَتَنْحَتُ كَهَوًّا مُتَنَوِّعَةً . وَالْأَمَاكِنُ الَّتِي تَنْتَشِرُ فِيهَا هَذِهِ الظُّوَاهِرُ ، تُسَمَّى صَفْحَةُ الْأَرْضِ بِطُبُوغَرَفِيَّةِ الْكَارِسْتِ نِسْبَةً إِلَى هَضْبَةِ الْكَارِسْتِ بِشِمَالِ يُوغُوسْلَافِيَا . وَمَنَاطِرُ الْكَارِسْتِ تَكُونُ بِطُءٍ عَبْرَ آلاَفِ السِّنِينَ فِي الْمُنَاحِ الْحَارِّ الرُّطْبِ حَيْثُ يَتَوَافَرُ الْمَاءُ الْجَوْفِيُّ الْمُنْسَابُ . وَرَغْمَ وَفَرَةِ الْأَمْطَارِ فِي مَنَاطِقِ الْكَارِسْتِ ، فَنَادِرًا مَا يُوجَدُ بِهَا جَدَاوِلُ بَائِي طُولٍ ، لِأَنَّ مَاءَ الْمَطَرِ سَرْعَانَ مَا يُصْبِحُ مَاءً جَوْفِيًّا مُخْتَفِيًّا فِي الْخَفَرِ الْبَالُوعِيَّةِ . وَفِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْأَمْرِيكِيَّةِ تُوجَدُ مَنَاطِقُ الْكَارِسْتِ فِي عِدَّةِ وِلَايَاتٍ مِنْهَا كِنَتَاكِي وَفِلُورِيدَا وَأَنْدِيَانَا .

وَاد مَنِسْط

تَطَوُّرُ هَضْبَةٍ كَارِستِيَّةٍ

فِي الْمَرَحَلَةِ الْأُولَى (يسار) ، تَسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ إِلَى أَسْفَلِ وَبِالْعَرَضِ خِلَالَ الْكُسُورِ وَأَمَاكِنِ اتِّصَالِ الصُّخُورِ ، وَتَذِيبِ الصُّخُورِ الْجِيرِيَّةِ مُكَوَّنَةً تَجَاوِيفَ طَوِيلَةً أَوْ أَحْوَاضًا تُسَمَّى كَارِنَ (خَنَادِقَ) وَيَبْدَأُ ظُهُورُ انْخِفَاضَاتٍ صَغِيرَةٍ عَلَى شَكْلِ بَالُوعَاتٍ .

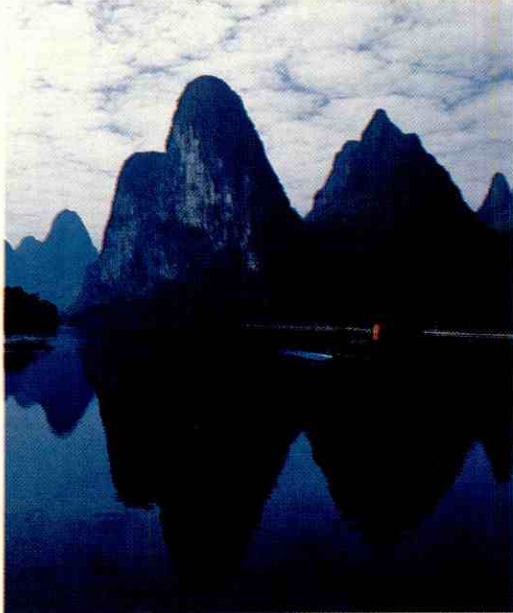
٢

بَالُوعَةٌ

فِي الْمَرَحَلَةِ الْمَتَوَسِّطَةِ (يمين) ، تَمَلُّ تَيَّارُ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ الْمُسْتَمِرُّ عَلَى تَوْسِيعِ مَجَارِيهَا ، وَيُضَخِّمُ التَّجَاوِيفَ وَالْأَحْوَاضَ لِتُصْبِحَ وَذَيَّانًا صَغِيرَةً عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ يُشَكِّلُ الْمَعَارَاتِ فِي بَاطِنِ الْأَرْضِ . وَقَدْ تَتَجَمَّعُ بَعْضُ الْمَعَارَاتِ مُكَوَّنَةً ثُقُوبًا غَائِرَةً عِنْدَ السَّطْحِ .

بُرْجُ الْكَارِستِ الصِّينِيِّ

يُمَثِّلُ بُرْجُ الْكَارِستِ فِي جُولِينِ بِالصِّينِ ، مَرَحَلَةً مُتَأَخِّرَةً فِي تَكْوِينَاتِ الْكَارِستِ — هَذِهِ الْأَبْرَاجُ الَّتِي تَكُونَتْ بَيْنَ حُفَرَاتِ بَالُوعِيَّةٍ قَدِيمَةٍ ، هِيَ كُلُّ مَا تَبَقِيَ مِنْ طَبَقَةِ حَجَرٍ جِيرِيٍّ سَمِيكَةٍ .



حُفَرَاتُ بَالُوعِيَّةٍ

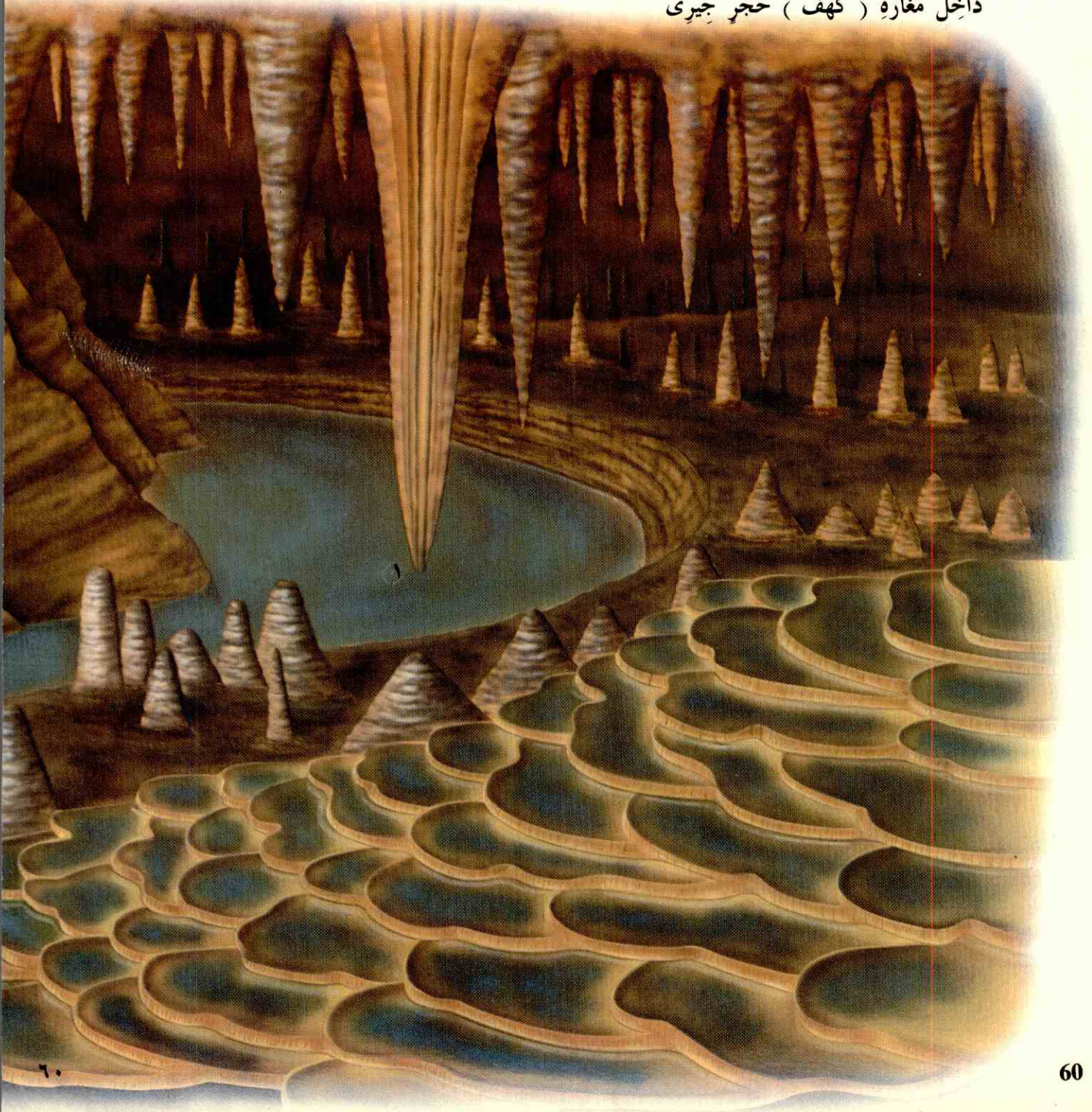
فِي مَرَحَلَةِ التَّضَوُّجِ (يمين) ، تَسْتَمِرُّ التَّكْوِينَاتُ الصَّغِيرَةُ فِي النُّمُوِّ وَتَنْدَمِجُ . وَتَكْبُرُ الثَّقُوبُ الْعَائِرَةُ وَتَنْدَمِجُ مُكَوَّنَةً وَذَيَّانًا . وَتَمْتَدُّ شَبَكَةُ الْمَعَارَاتِ ، وَتَتَجَمَّعُ أَيْضًا عِدَّةَ مَرَّاتٍ فَتُسَاعِدُ عَلَى تَعْمِيقِ التَّكْوِينَاتِ السَّطْحِيَّةِ .

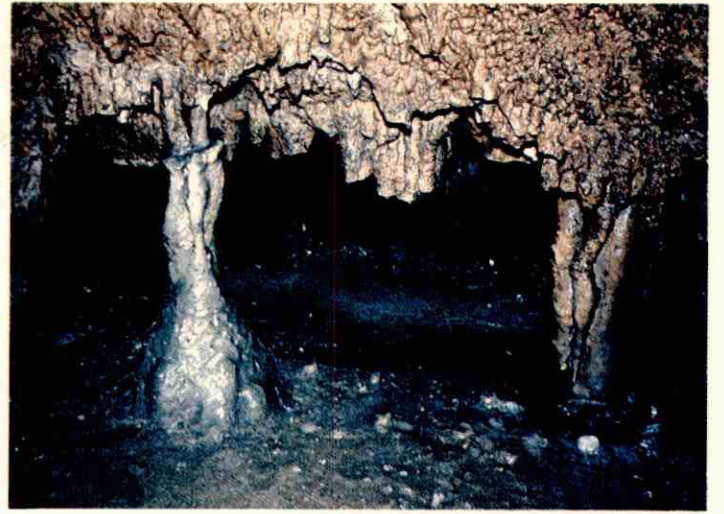
كَيْفَ تَتَكُونُ مَغَارَاتُ (كُهُوفِ) الْحَجَرِ الْجَبْرِ؟

الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ ، وَتَقُومُ الْمَغَارَةُ بِتَصْرِيفِ مِيَاهِهَا . وَتَحْمِلُ الْمِيَاهُ الْمُسَرَّبَةُ مِنَ الْمَغَارَةِ (الْكَهْفِ) الْحَجَرَ الْجَبْرِيَّ الدَّائِبَ مِنْ صُخُورِ الْكَهْفِ الْعُلُويَّةِ . وَعِنْدَمَا تُقَابِلُ هَذِهِ الْمِيَاهُ الْعَنِيَّةُ بِالْكَالْسِيُومِ هَوَاءَ الْمَغَارَةِ وَتَبْدَأُ فِي التَّبَحُّرِ فَإِنَّهَا تُرْسِبُ حُمُولَتَهَا مِنْ كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ الْمَذَابِيَةِ ، وَتَبْنِي مَجْمُوعَاتٍ مِنَ الْأَشْكَالِ الرَّائِعَةِ نَقْطَةً بَعْدَ نَقْطَةٍ . وَمِنْ هَذِهِ التَّكَوِّنَاتِ بِالْعَةِ الْجَمَالِ ، النَّوَزِلُ ، وَالصَّوَاعِدُ ، وَالسَّائِرُ ، وَالْأَعْمِدَةُ ، وَالْأَحْوَاضُ ذَاتُ الشَّرَفَاتِ .

تَتَكُونُ مَغَارَاتُ (كُهُوفُ) الْحَجَرِ الْجَبْرِ فِي مَرَحَلَتَيْنِ مُمَيَّزَتَيْنِ . فِي الْمَرَحَلَةِ الْأُولَى ، يُذِيبُ الْمَاءُ الْجَوْفِيُّ الْحَمْضِيُّ صُخُورَ الْحَجَرِ الْجَبْرِ عَلَى طُولِ الشَّقُوقِ وَالْكُسُورِ . وَيَنْحَتُ الْمَاءُ الْمُنْسَابُ الْأَنْفَاقَ الْمُعَقَّدَةَ وَالْمَمَرَّاتِ وَالْعُرَفَ الَّتِي تُكَوِّنُ نَفْسَ الْمَغَارَةِ أَوْ الْكَهْفِ . وَيَحْدُثُ كُلُّ هَذَا تَحْتَ مُسْتَوَى مَنْسُوبِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، وَلِذَلِكَ تَمْتَلِئُ الْمَغَارَةُ (الْكَهْفُ) بِالْمِيَاهِ بَعْدَ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةِ . وَتَبْدَأُ الْمَرَحَلَةُ الثَّانِيَّةُ ، عِنْدَمَا يَنْخَفِضُ مَنْسُوبُ

دَاخِلَ مَغَارَةِ (كَهْفِ) حَجَرِ جَبْرِ



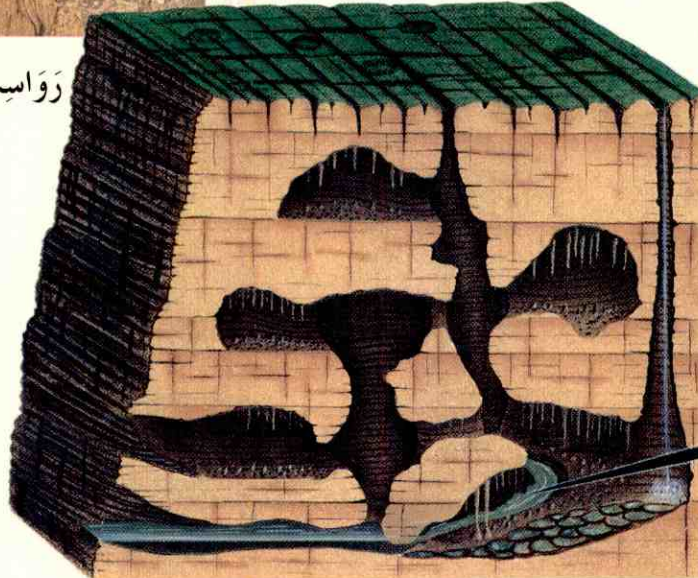


يَتَكُونُ عَمُودٌ عِنْدَ مَوْضِعِ اتِّصَالِ التَّوَازِلِ وَالصَّوَاعِدِ . يَتَكُونُ حَوْضٌ ذُو مِصَاطِبٍ عِنْدَمَا يَنْسَابُ الْمَاءُ عَلَى سَطْحٍ مُنْحَدَرٍ .



تَتَكُونُ التَّوَازِلُ (١) عَالِقَةً بِالسَّقْفِ ، عِنْدَمَا يَنْقُطُ الْمَاءُ خِلَالَ شُقُوقِ سَقْفِ الْكَهْفِ . وَكُلُّ نُقْطَةٍ تَتْرَكُ رَاسِبًا مِنْ كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ بَعْدَ تَبْخُرِهَا . وَتَتَجَمُّعُ هَذِهِ الرِّوَاسِبُ مَعًا ، مُمْتَدَّةً مِنْ أَعْلَى إِلَى أَسْفَلٍ وَمُتَدَلِّةً مِنَ السَّقْفِ مِثْلَ الدَّلَاقِ الْجَلِيدِيَّةِ . وَهَذَا التَّكْوِينُ يَسْتَعْرِقُ قُرُونًا لِيَتِمَّ . (تَذَكَّرْ أَنَّ التَّوَازِلَ تَنْمُو مِنَ السَّقْفِ) . وَتَتَكُونُ الصَّوَاعِدُ (٢) مِنَ الْأَرْضِ إِلَى أَعْلَى ، تَحْتَ التَّوَازِلِ . وَنُقْطُ الْمَاءِ الْهَابِطَةُ مِنْ نِهَايَةِ التَّوَازِلِ إِلَى الْأَرْضِ ، بِهَا مَقَادِيرُ كَافِيَّةٌ مِنْ كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ الْمُدَابِيَةِ ، فَتَرَسَّبُ الْكَالْسِيَتِ عَلَى الصَّوَاعِدِ عَلَى الْأَرْضِ ، فَتَزْدَادُ الرِّوَاسِبُ عَلَيْهِ ، وَيَنْمُو إِلَى أَعْلَى مُكَوِّنًا عَمُودًا مِنَ الْقَاعِدَةِ . (تَذَكَّرْ أَنَّ الصَّوَاعِدَ تَنْمُو إِلَى السَّقْفِ) .

رَوَاسِبُ عَلَى شَكْلِ سِتَارَةٍ .



تُخْتَلِفُ تَكْوِينَاتُ الْكَهْفِ فِي الشَّكْلِ وَاللَّوْنِ . الْكَالْسِيَتِ (كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ الْمَتَبَلَّرَةِ) عَادَةً نَصْفُ شَفَّافٍ أَوْ أَيْضُ ، وَلَكِنَّهُ قَدْ يُوَجَدُ فِي لَوْنٍ رَمَادِيٍّ أَوْ أَحْمَرَ حَسَبَ الشُّوَائِبِ الْمَوْجُودَةِ بِهِ .

مِنْ أَيْنَ تَحْصِلُ الْوَاحَةُ عَلَى مِيَاهِهَا؟

وَقَدْ تَظْهَرُ الطَّبَقَاتُ الْحَامِلَةُ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ عَلَى سَطْحِ الصَّحَرَاءِ فِي الْأَمَاكِنِ الْمُنْخَفِضَةِ الَّتِي عَمِلَتْ الرِّيحُ عَلَى صَقْلٍ وَتَاكُلِ الْأَرْضِ فِيهَا حَتَّى غَمَقَ كَبِيرٌ كَافٍ لِإِظْهَارِ حَامِلَةِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ . وَوَاحَاتٌ كَثِيرَةٌ — مِثْلُ الَّتِي فِي الصَّحَرَاءِ الْكُبْرَى بِأَفْرِيقِيَا وَصَحَرَاءِ جُوبِي بِالصِّينِ — تَسْتَمِدُّ مِيَاهَهَا مِنْ طَبَقَاتِ الْحَجَرِ الرَّمْلِيِّ الْمَسَامِيَّةِ الَّتِي تَمْتَصُّ الْأَمْطَارَ الْمَوْسِمِيَّةَ . وَالْأَنْهَارُ — مِثْلُ نَهْرِ النَّيْلِ الْعَظِيمِ بِأَفْرِيقِيَا — يُمَكِّنُ أَنْ تَكُونَ مَصْدَرًا لِلْمِيَاهِ الْوَاحَاتِ . فَيُمْكِنُ الْحَفْرُ لِلْحُصُولِ عَلَى الْمَاءِ خِلَالَ مَسْرُوبِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ قُرْبَ صِفَافِ النَّهْرِ أَوْ بَعِيدًا عَنْهَا . وَأَيًّا كَانَ مَصْدَرُ مَاءِ الْوَاحَةِ ، فَهُوَ شَرِيانُ الْحَيَاةِ لِلإِنْسَانِ وَالْحَيَاةِ الْبَرِّيَّةِ فِي هَذِهِ الْمَنَاطِقِ الصَّحْرَاوِيَّةِ الْجَدْبَاءِ

الْوَاحَةُ هِيَ بُقْعَةٌ خِصْبَةٌ فِي الصَّحَرَاءِ يَتَوَافَرُ فِيهَا الْمَاءُ عَلَى مَدَارِ السَّنَةِ ، وَغَالِبًا يَكُونُ الْمَصْدَرُ مِنَ الْعَيُونِ الَّتِي تَسْتَمِدُّ مَاءَهَا مِنْ مِيَاهِ جَوْفِيَّةٍ بَعِيدَةٍ عَنِ الْوَاحَةِ . وَتَبْدَأُ هَذِهِ الْمِيَاهُ مِنَ الْمَنَاطِقِ الْجَبَلِيَّةِ الَّتِي تَسْقُطُ بِهَا بَعْضُ الْأَمْطَارِ ، حَتَّى فِي الْمُنَاحِ الْجَافِ . وَالطَّبَقَةُ الْحَامِلَةُ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ قَدْ تَتَجَمَّعُ مِيَاهُهَا فِي وَاحَةٍ مُنْخَفِضَةٍ عَلَى شَكْلِ عَيْنٍ أَرْتَوَازِيَّةٍ ، حَيْثُ تَنْدَفِعُ الْمِيَاهُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ مِنْ خِلَالِ أَى شَقٍّ فِي الْمِنْطَقَةِ الصَّحْرِيَّةِ .

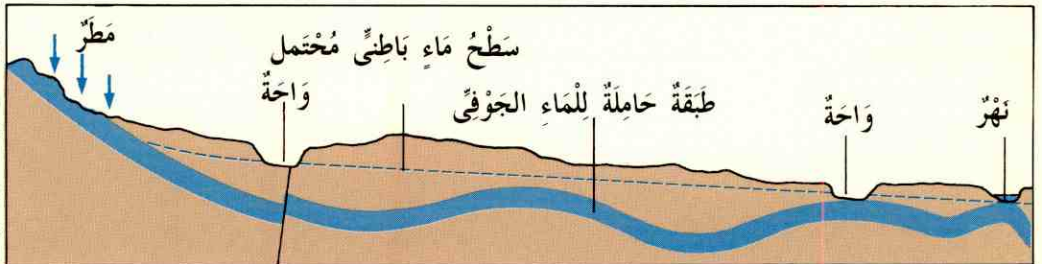
الْمَصْدَرُ الْخَفِيُّ لِلْمِيَاهِ الْوَاحَةِ .

تُمَدُّ الْأَنْهَارُ الْوَاحَاتِ بِالْمَاءِ بِطَرِيقَتَيْنِ : مُبَاشِرَةً ، بِرِعَايَةِ الزَّرَاعَةِ عَلَى صِفَافِ الْأَنْهَارِ وَمَدِّ الْقَرَى عَلَى جَانِبِي النَّهْرِ بِالْمِيَاهِ . وَغَيْرَ مُبَاشِرَةً ، بِالتَّسْرُبِ إِلَى الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ فِي الصَّحَرَاءِ ، الَّتِي تُغْدِي بِالْمِيَاهِ عَيُونََ وَآبَارَ الْوَاحَاتِ الْبَعِيدَةِ .

الْآبَارُ الْإِرْتَوَازِيَّةُ الَّتِي يَتَمُّ حَفْرُهَا فِي الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ الْمَحْصُورَةِ ، هِيَ مَصْدَرٌ هَامٌّ لِلْمِيَاهِ فِي الْمَنَاطِقِ الْقَاحِلَةِ ، نَظَرًا لِبُعْدِ مَنَابِعِ الْمِيَاهِ عَنِ الْوَاحَاتِ .

فَقْرٌ حَامِلَةٌ الْمِيَاهِ

قَدْ تُوُجِدُ الْوَاحَةُ حَيْثُ تَتَقَوَّسُ الطَّبَقَةُ الْحَامِلَةُ لِلْمِيَاهِ لِأَعْلَى جِهَةِ السَّطْحِ ، أَوْ حَيْثُ تُكَوِّنُ التَّعْرِيَةُ بُقْعَةً مُنْخَفِضَةً تُكْشِفُ الطَّبَقَةَ الْحَامِلَةَ لِلْمِيَاهِ ، أَوْ حَيْثُ يُوجَدُ شِقٌّ يَسْمَحُ بِخُرُوجِ الْمَاءِ كَعَيْنٍ أَرْتَوَازِيَّةٍ .



عَيْنِ اِرْتَوَازِيَّةٍ قَدْ تَظْهَرُ خِلَالَ
صُدْعٍ يَنْتُجُ عَنْ حَرَكَهٖ الْأَرْضِ عِنْدَ
مَكَانِ الطَّبَقَةِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ ،
الْجَوْفِيَّةِ ، فَيَصِلُ الْمَاءُ إِلَى
السُّطْحِ .



وَاَحَدَةٌ فِي صَحْرَاءِ جُوبَى بِالصَّيْنِ بِهَا نَبَاتَاتٌ قَلِيلَةٌ .

طبقة حاملة للمياه الجوفية

الْمُسْتَنْقَعَاتِ وَالْعُيُونِ
وَالْبُحَيْرَاتِ قَدْ تَتَكَوَّنُ حَيْثُ
يَعْمَلُ التَّآكُلُ عَلَى الْوُصُولِ
إِلَى مُسْتَوَى حَامِلَةِ الْمِيَاهِ
الْجَوْفِيَّةِ ، أَوْ حَيْثُ تَرْتَفِعُ
حَامِلَةُ الْمِيَاهِ فَتَرْفَعُ مَعَهَا
مَنْسُوبَ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ إِلَى
سَطْحِ الْأَرْضِ .

مَطَرٌ

مَمَرَاتٍ رَأْسِيَّةٍ

تَصْمِيمُ فِقَارَةٍ

فِي بَعْضِ الْمَنَاطِقِ الْقَاحِلَةِ
يُسْتَحْدَمُ نِظَامٌ مَائِيٌّ خَاصٌّ
يُسَمَّى الْفِقَارَةَ لِتَقَرُّ الْمِيَاهِ
الْجَوْفِيَّةِ فِي تَلٍّ وَتُوجَّهَها
إِلَى قَرْيَةٍ قَرِيبَةٍ دُونَ تَبَحُّرٍ .
فَيُوصَلُ نَقْعٌ أَفْقِيٌّ بِئَرِ الْمَنْبَعِ
إِلَى قَنَاةٍ مُجْمَعَةٍ عِنْدَ قَاعِدَةِ
التَّلِّ . وَتُسَمَّحُ سِلْسِلَةٌ مِنْ
الْمَمَرَاتِ الرَّأْسِيَّةِ بِتَهْوِيَةِ
النَّقْعِ وَصِيَانَتِهِ .

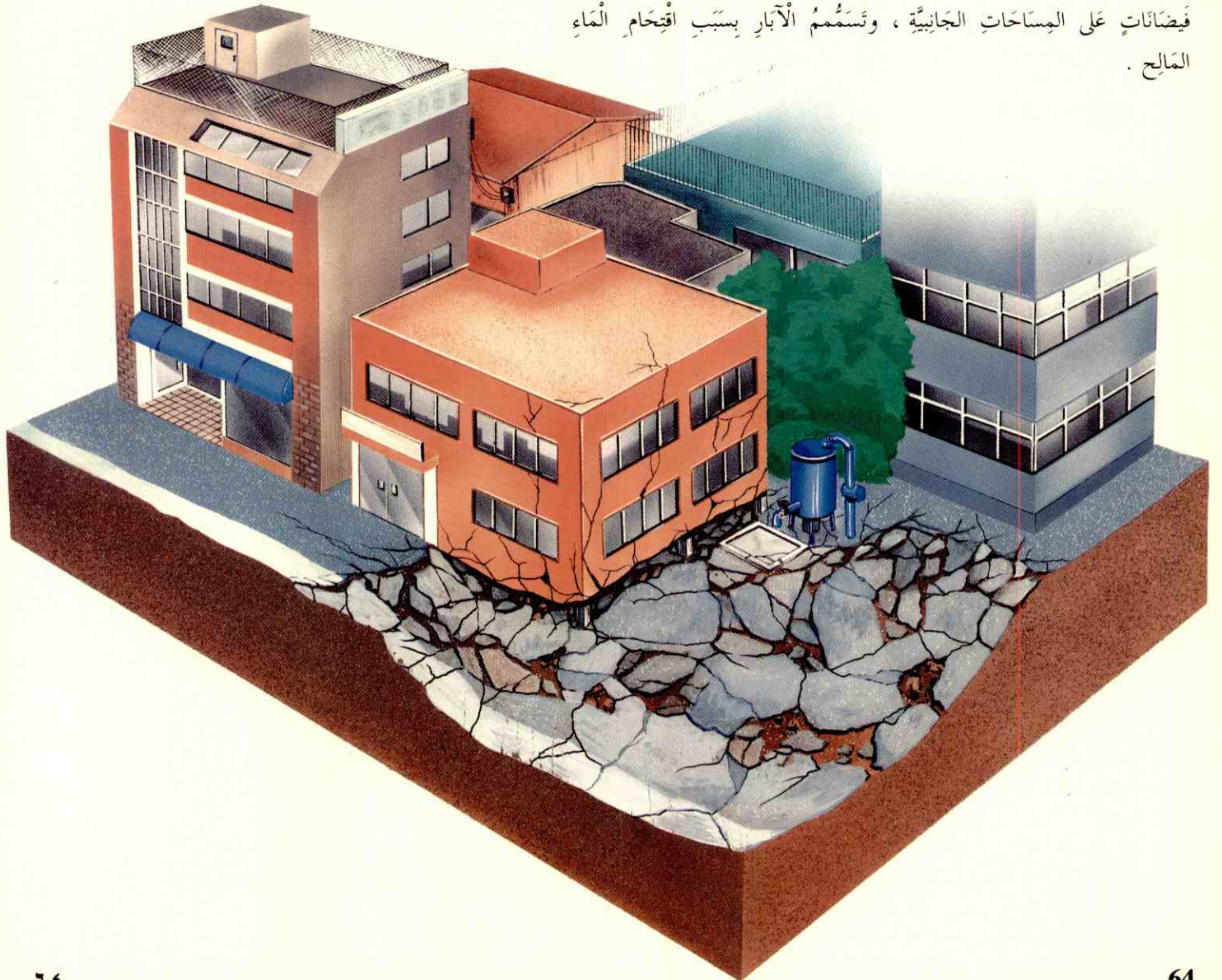
لِمَاذَا تَهْبِطُ الْأَرْضُ؟

لِهَبُوطِ الْأَرْضِ أَسْبَابٌ كَثِيرَةٌ ، وَلَكِنَّ أَكْثَرَهَا شَيْعًا هُوَ الصَّخُّ الْإِسْتِرَافِيُّ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ مِنَ الْآبَارِ . فَالْمَاءُ الَّذِي يَمْلَأُ مَسَامَ الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، يَمْنَعُ هَذِهِ الْمَسَامَ مِنَ التَّجْمُعِ . وَلِأَنَّ الْمَاءَ لَا يَسْهُلُ صُعُطُهُ ، فَإِنَّ الْمَاءَ فِي الْمَسَامِ يَتَحَمَّلُ صُعُطَ الْأَرْضِ فَوْقَهُ ، فَيَحَافِظُ عَلَى هَيْكَلِ الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ . وَإِذَا سُحِبَ هَذَا الْمَاءُ مِنَ الْمَسَامِ بِصَخٍّ أَسْرَعَ مِنْ مُعَدَّلِ التَّعْوِيزِ فَإِنَّ مَنَسُوبَ الْمَاءِ الْجَوْفِيِّ يَنْخَفِضُ وَيَقِلُّ الصُّعْطُ فِي الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ ، وَيَنْتُجُ عَنْ هَذَا انْضِعَاطُ فَرَغَاتِ الْمَسَامِ ، فَتَهْبِطُ

الْأَرْضُ . وَقَدْ يَكُونُ الْهَبُوطُ حَاطِرًا ، إِذَا كَانَتْ حُدُودُ الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ ، طَبَقَاتٍ مِنَ الصَّلْصَالِ . لِأَنَّ الْمَاءَ دَاخِلَ هَذِهِ الطَّبَقَاتِ يُسْحَبُ مِنْهَا ، فَتَضَعُطُ بِشِدَّةٍ . وَقَدْ يُوَدَّى الصَّخُّ الْإِسْتِرَافِيُّ إِلَى مُشْكَلاتٍ أُخْرَى أَيْضًا . فَفِي الْمَنَاطِقِ السَّاحِلِيَّةِ قَدْ يُوَدَّى الْخَفَاضُ صُعْطَ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ إِلَى الدِّفَاعِ الْمَاءِ الْمَالِحِ مِنَ الْمُحِيطِ إِلَى الطَّبَقَاتِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، فَيَلُوثُ الْآبَارَ السَّاحِلِيَّةَ . وَهَبُوطُ الْأَرْضِ وَاقْتِحَامُ الْمَاءِ الْمَالِحِ أَصْبَحَتَا مِنَ الْمَشْكَلاتِ الْخَطِيرَةِ فِي مَنَاطِقِ سَاحِلِيَّةٍ كَثِيرَةٍ .

أَضْرَارُ الْهَبُوطِ الْأَرْضِيِّ :

قَدْ يُسَبِّبُ الْهَبُوطُ تَصَدُّعَ الْمَبَانِي وَتَشَقُّقَ الشُّوَارِعِ الْمُرْصُوفَةِ ، أَوْ غَوْصَ الْمَبَانِي فِي الْأَرْضِ أَوْ مَبْلَهَا ، أَوْ تَحْطِيمَ خُطُوطِ الْمِيَاهِ وَالصَّرْفِ ، أَوْ إِتْلَافَ حَوَائِطِ الْآبَارِ وَالْمَضَخَّاتِ (أَسْفَل) . أَمَّا الْأَضْرَارُ غَيْرُ الْمَبَاشِرَةِ فَمِنْهَا حُدُوثُ فَيَضَائِلٍ عَلَى الْمَسَاحَاتِ الْجَانِبِيَّةِ ، وَتَسْمُمُ الْآبَارِ بِسَبَبِ اقْتِحَامِ الْمَاءِ الْمَالِحِ .



بَعْدَ الصَّحِّحِ الْأَسْتِرَافِيِّ

قَبْلَ الصَّحِّحِ الْأَسْتِرَافِيِّ

سَبَبُ الْهُبُوطِ الْأَرْضِيِّ

هُبُوطُ سَطْحِ الْأَرْضِ

الْإِنْخِفَاضُ فِي مَنْسُوبِ الْمَاءِ الْجَوْفِيِّ

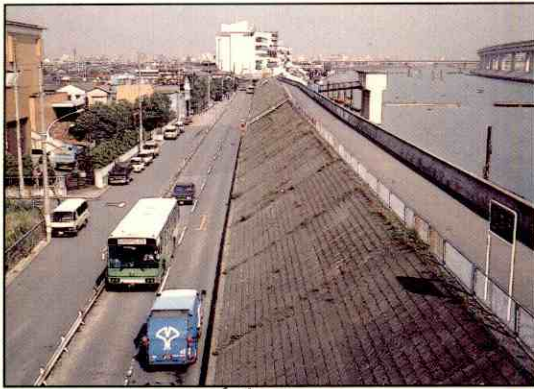
انْكَمَاشُ الصَّلْصَالِ

الطَّبَقَةُ السُّطْحِيَّةُ

طَبَقَةُ الصَّلْصَالِ

طَبَقَةُ حَامِلَةِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ

حَرَكَةُ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ



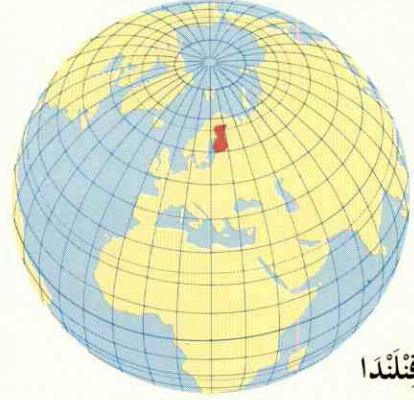
مَبَانٍ وَسَيَّارَاتٍ إِبْتَلَعَهَا هُبُوطُ أَرْضِيٍّ اتَّسَاعُهُ ٤٠٠ قَدَمٍ (يَمِين) ، بِسَبَبِ ضَخٍّ ثَقِيلٍ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ فِي وَتَرٍ بَارِكٍ بِفُلُورِيدَا . وَقَدْ تُوَدِّى مُشْكِلَاتُ الْهُبُوطِ إِلَى وُجُودِ مِسَاحَاتٍ تَحْتَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، مِثْلَ هَذَا الشَّارِعِ فِي طوكيو (أَعْلَى) . وَرَغْمَ حِمَايَتِهَا بِأَرْضِيَّةِ الْمِيْنَاءِ أَوْ الْحَوَائِطِ ، إِلَّا أَنَّهَا تَكُونُ مُعَرَّضَةً بِاسْتِمْرَارٍ لِأَخْطَارِ الْفَيْضَانِ فِي الطُّفْسِ السَّيِّئِ ، كَمَا يَكُونُ الصَّرْفُ فِيهَا دَائِمًا مِنْ الْمَشْكِلَاتِ الصَّعْبَةِ .



لماذا توجد بحيرات كثيرة في فنلندا؟

مُعْظَمُ الْمَنَاطِقِ بِسَبَبِ انْخِسَارِ صَفْحَةِ أَرْضِ فِنْلَنْدَا وَضَعْفِ تَصْرِيفِ الْمِيَاهِ . وَقَدْ سَبَّبَ هَذَا تَكُونُ نِظَامِ مُعَقَّدٍ مِنَ الْبُحَيْرَاتِ وَالْأَنْهَارِ بِطَبَقَةِ الْحَرَكَةِ . وَتَرْجِعُ أَرْضُ فِنْلَنْدَا الْمَشْبَعَةُ بِالْمَاءِ إِلَى ذَوْبَانِ الْغَطَاءِ الْجَلِيدِيِّ . وَقَدْ تَأَثَّرَ الصَّرْفُ أَيْضًا بِكُتَلِ الرُّكَامَاتِ الْجَلِيدِيَّةِ مِنَ الرَّمْلِ وَالْحَصَى وَالْجَلَامِيدِ ، الَّتِي تَخَلَّفَتْ عِنْدَ انْخِسَارِ الْغَطَاءِ الْجَلِيدِيِّ . وَمَا زَالَ هَذَا الرُّكَامُ الْجَلِيدِيُّ ظَاهِرًا فِي بَعْضِ الْأَمَاكِينِ عَلَى شَكْلِ سَلَاسِلٍ طَوِيلَةٍ ضَيِّقَةٍ مُرْتَفِعَةٍ تُسَمَّى

يُظْهَرُ ١٨٨,٠٠٠ بُحَيْرَةٍ وَمُسْتَنْقَعٍ فِي فِنْلَنْدَا تُعْطَى حَوَالَى ١٠٪ مِنْ مِسَاحَتِهَا الْكُلِّيَّةِ (الْبُقْعَةُ الْحُمْرَاءُ أَسْفَلُ) ، وَمُسْتَوَى مَنَسُوبِ الْمَاءِ الْجَوْفِيِّ مُرْتَفِعٌ فِي



نَشْأَةُ فِنْلَنْدَا



تَكُونُ الْإِسْكَرُ

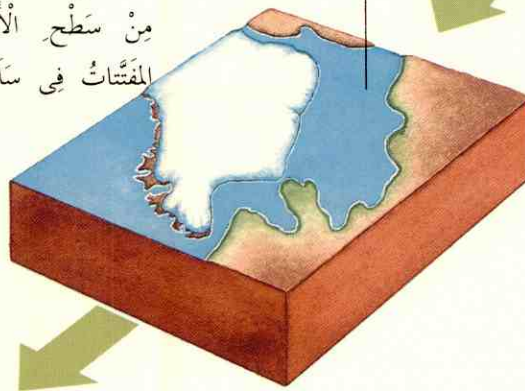
عِنْدَمَا انْخَسَرَ الْغَطَاءُ الْجَلِيدِيُّ الْقَارِي عَنْ الْأَرْضِ الَّتِي أَصْبَحَتْ فِنْلَنْدَا ، فَإِنَّ الْمَاءَ الْمُنْصَهَرَ كَوَّنَ جَدَاوِلَ مَاءٍ نَشِطَةً تَجْرِي وَسَطَ الْغَطَاءِ الْجَلِيدِيِّ وَعِنْدَ قَاعِدَتِهِ . وَقَدْ حَمَلَتْ هَذِهِ الْجَدَاوِلُ أَطْنَانَ الصُّخُورِ وَالْمُفْتَتَاتِ الَّتِي كَشَطَتْهَا مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ . وَاسْتَقَرَّتْ الْمُفْتَتَاتُ فِي سَلَاسِلٍ طَوِيلَةٍ ضَيِّقَةٍ



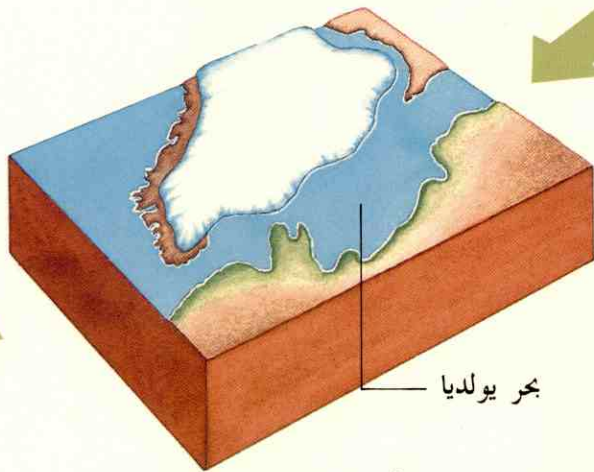
مُرْتَفِعَةٍ تُسَمَّى الْإِسْكَرُ وَظَهَرَتْ عِنْدَمَا انْصَهَرَ الْغَطَاءُ الْجَلِيدِيُّ .

الْغَطَاءُ الْجَلِيدِيُّ الْقَارِي

بُحَيْرَةُ الْبَلْطِيْقِ الْجَلِيدِيَّةِ



١ — مُنْذُ ٢٥٠٠٠ سَنَةٍ حَتَّى ١١٠٠٠ سَنَةٍ ، بَدَأَ الْغَطَاءُ الْجَلِيدِيُّ فَوْقَ أَرْضِ فِنْلَنْدَا فِي الْإِنْخِسَارِ ، وَتَرَكَ خَلْفَهُ بُحَيْرَةَ الْبَلْطِيْقِ الْجَلِيدِيَّةِ ذَاتَ الْمَاءِ الْعَذْبِ ، وَهِيَ أَصْلُ بَحْرِ الْبَلْطِيْقِ الْيَوْمَ .



بَحْرُ يُولْدِيَا

٢ — مُنْذُ ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، وَبَعْدَ انْصِهَارِ مُتَعَدِّدِ الْغَطَاءِ الْجَلِيدِيِّ ، ارْتَفَعَتْ بُحَيْرَةُ الْبَلْطِيْقِ وَصَرَفَتْ مِيَاهَهَا حَتَّى مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ وَدَخَلَ الْمَاءُ الْمَالِحُ إِلَى الْبُحَيْرَةِ ، وَحَوَّلَهَا إِلَى بَحْرِ يُولْدِيَا .



تُوجَدُ بُحَيْرَاتٌ مِثْلُ هَذِهِ عَلَى أَرْضِ فِنْلَنْدَا .

الإسكِر ، وتمتدُّ شَمَالًا وَجَنُوبًا . وَمِمَّا زَادَ تَغْقِيدَ الصَّرْفِ
فِي الْمِنْطَقَةِ ، ارْتِفَاعُ الْأَرْضِ عِنْدَمَا زَالَ ثَقُلُ الْغِطَاءِ
الْجَلِيدِيِّ بَعْدَ انْحِسَارِهِ . فَقَدْ بَدَّلَ هَذَا الِارْتِفَاعُ نِظَامَ
الصَّرْفِ ، وَكَوَّنَ مُسْتَنْقَعَاتٍ وَاسِعَةً تُعَوِّقُ الْإِنْسِيَابَ عَلَى
السَّطْحِ .



4 عَمَلُ المُحِيطَاتِ

تَتَحَرَّكُ الْمُحِيطَاتُ فِي إِيقَاعٍ لَانْهَائِيٍّ بِسَبَبِ قُوَّتِهَا
الْمُسْتَمَدَّةِ مِنْ دَفْعِ الرِّيحِ وَدَوْرَانِ الْأَرْضِ وَالْفُرُوقِ فِي
دَرَجَاتِ حَرَارَةِ الْمِيَاهِ . وَتَحْمِلُ تِيَّارَاتِ الْمُحِيطِ الْمِيَاهَ
الدَّافِئَةَ مِنْ حَظِّ الاسْتِواءِ إِلَى الْقُطْبَيْنِ ، وَالْمِيَاهَ الْبَارِدَةَ فِي
الْإِتْجَاهِ الْمُضَادِّ . وَأَبْرَدُ وَأَعَمَّقُ التِّيَّارَاتِ تَأْخُذُ طَرِيقَهَا
عَبْرَ مَظْهَرِ أَرْضِي مُخْتَفٍ مِنَ الْجِبَالِ الْعَالِيَةِ عَلَى أَعْمَاقِ
سَحِيقَةٍ فِي قَاعِ الْبَحْرِ . وَقُرْبَ السَّطْحِ ، تُسَاعِدُ
التِّيَّارَاتِ الدَّافِئَةُ الْمُنْطَقَةَ عَلَى نُمُوِّ الشَّعَابِ الْمَرْجَانِيَّةِ عَلَى
طُولِ الْمَنَاطِقِ الْإِسْتِوَائِيَّةِ .

وَعَلَى نِطَاقٍ أَصْغَرَ ، فَإِنَّ أَمْوَاجَ الْمُحِيطِ وَالتِّيَّارَاتِ
الْبَحْرِيَّةِ الْمُحَلِّيَّةِ تَنْحُتُ الْأَرْضَ بِطَرِيقٍ خَاصَّةٍ . فَمَثَلًا ، إِذَا
كَانَ يَحِفُّ السَّاحِلَ رَفٌّ مِنَ الصُّخُورِ اللَّيْنَةِ الْمُنْحَدِرَةِ ،
فَإِنَّ فِعْلَ الْأَمْوَاجِ يَعْمَلُ عَلَى تَاكُلِ الْأَرْضِ لِيَكُونَ جُرُوفًا
شَاهِقَةً (يَسَار) . أَمَّا التِّيَّارَاتُ الدَّوَامِيَّةُ فَتَرْسِبُ الْمَفْتَتَاتِ
النَّاتِجَةِ عَنِ التَّعْرِيَةِ عَلَى هَيْئَةِ حَوَاجِزٍ رَمْلِيَّةٍ مُرْتَفِعَةٍ وَالسَّيِّئَةِ
عَلَى طُولِ السَّاحِلِ .

وَيَتِمُّ أَيْضًا تَغْيِيرَاتٌ أَدْقُ عَلَى مَسْتَوَى مُصَغَّرٍ فَحَرَارَةُ
الشَّمْسِ تُبَخِّرُ مِيَاهَ الْمُحِيطَاتِ إِلَى الْغُلَافِ الْجَوِّيِّ . وَهَذِهِ
الْعَمَلِيَّةُ بِإِعْتِبَارِهَا جُزْءًا مِنَ الدَّوْرَةِ الْكَبِيرَةِ لِلْمَاءِ فِي
الْأَرْضِ ، فَإِنَّهَا تَلْعَبُ دَوْرًا حَيَوِيًّا فِي التَّوَازُنِ الْكِيمِيَاءِيِّ
وَالْبَيُولُوجِيِّ لِلْأَرْضِ .

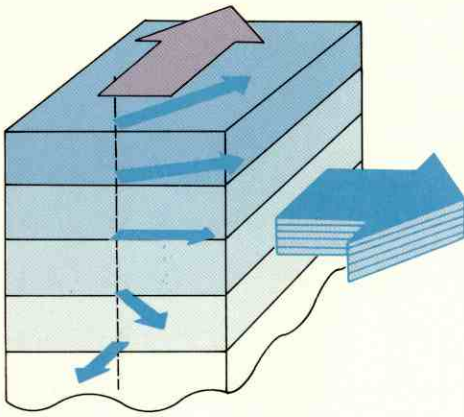
وَيَتَحَدَّدُ مُسْتَوَى سَطْحِ مَاءِ الْبَحْرِ بِتَبَخُّرِ الْمُحِيطِ ،
وَسُقُوطِ الْمَطَرِ وَالتَّلْجِ وَالْجَلِيدِ ، وَكَمِّيَّةِ الْجَلِيدِ الْقَارِيَّ
الْمُنْصَهَرِ . وَفِي هَذَا الْفَصْلِ سَتَتَنَاوَلُ أَثَرُ كُلِّ هَذِهِ الْعَوَامِلِ
وَحَرَكَاتِ الْمُحِيطَاتِ الْأُخْرَى بِمَا فِيهَا مَا يَنْجُمُ عَنْ
انْصِهَارِ مُفَاجِئٍ لِلْقُلُوسَةِ الْجَلِيدِيَّةِ الْقُطْبِيَّةِ (ص ٧٢ —
٧٣) .

أَمْوَاجٌ تَرْتَظِمُ بِرَفْقٍ بِأَحَدِ شَوَاطِئِ ثُورْمَانْدِي فِي فَرَنْسَا ، حَيْثُ عَمِلَ
الْبَحْرُ الْمُتَقَدِّمُ نَحْوَ الشَّاطِئِ ذِي الصُّخُورِ الْجَبَرِيَّةِ ، عَلَى نَحْتِهَا إِلَى
حُرُوفٍ وَأَقْوَاسٍ طَبَاشِيرِيَّةٍ . وَالْمَسَلَّةُ الْمُنْفَرِدَةُ يَمِينِ الشَّكْلِ ، تُبَيِّنُ
مَكَانَ خَطِّ السَّاحِلِ يَوْمًا مَا .



البحار المتفخمة

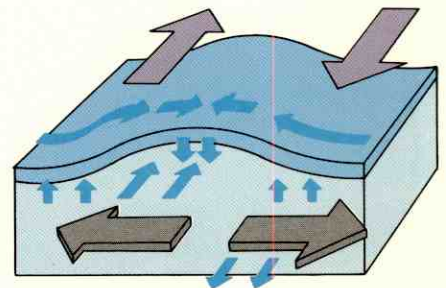
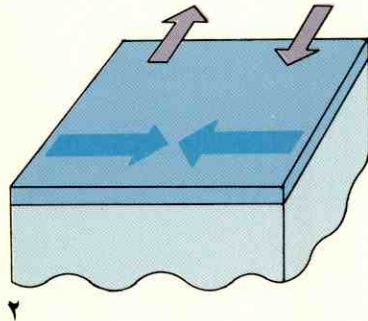
رياح تهب على المحيط (١) تحدث تيارات موازية للسطح ينحرف ٩٠° بواسطة دوران الأرض . وبهذه الطريقة فإن الرياح التجارية الشرقية والرياح الغربية السائدة تُسير تيارات محيطية متضادة (٢) تتقارب في منتصف دوائر العرض في كل من نصفي الكرة الأرضية . وينتفخ وسط المحيط (٣) بسبب انحصاره بين هذين التيارين المتضادين . وتحدث هذه الانتفاخات المحيطية ضغطاً جاذباً لطبقات الماء تحتها ، فتولد تيارات أعمق (٤) .



اتجاه الرياح
تيار المحيط
الضغط



ش

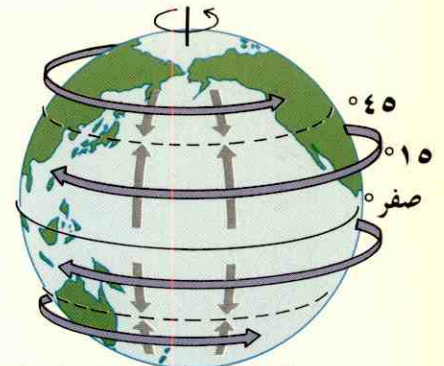


٣

أنتاركتيكا

قوى تشكل تيارات المحيط

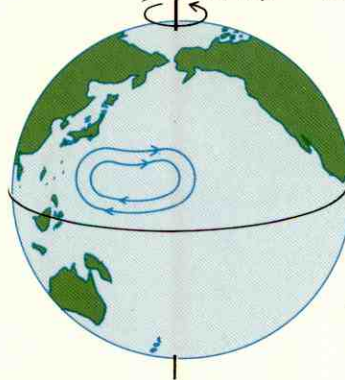
في كل من نصفي الكرة ، تقوم الرياح التجارية التي تهب من الشرق ، بإحداث تيار من ماء المحيط ينساب في اتجاه الغرب عند خط عرض ١٥° تقريباً . وفي نفس الوقت ، فإن الرياح الغربية ، تحدث تياراً ينساب في اتجاه الشرق عند خط عرض ٤٥° . وينحرف هذان التياران عن مساريهما بسبب دوران الأرض . فتتجه التيارات في نصف الكرة الشمالي إلى يمينها ، بينما تتجه التيارات في نصف الكرة الجنوبي إلى يسارها .



انحراف تيارات المحيط بسبب قوة كوريوليس
اتجاه الرياح
تيار المحيط

أوسع دوامة في العالم

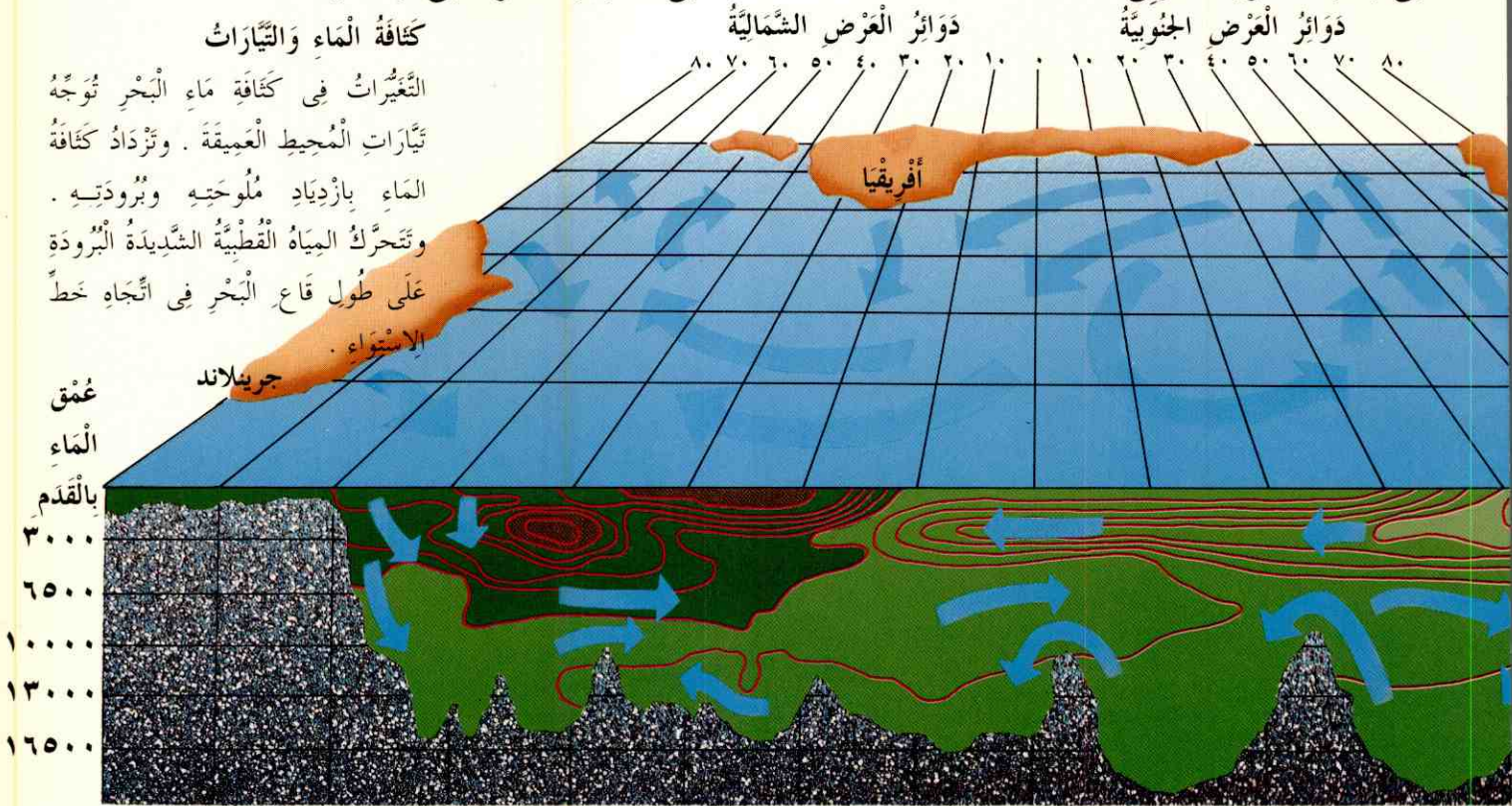
التيار الاستوائي المتجه نحو الغرب ، ينحني في اتجاه القطب ، بسبب قوة دوران الأرض . وعند دائرة عرض ٤٥° تقريباً ، يلتقي مع تيار متجه نحو الشرق . فيندمج التياران ليكوّنا معاً تياراً دائرياً أو حلزونياً . والدوران المعزلي للأرض يجذب مركز الحلزون جهة الغرب ، ولذلك تكون التيارات على الجانب الغربي أضيق وأسرع .



تتحرك المحيطات؟

وتُدفعُ تياراتُ المحيط العميقة بفروق الكثافة ، وليس بالرياح . وأبرد المياه على الأرض هي مياه قاع الأنتاركتيكا التي تلتصق قاع البحر ، وتزحف إلى منطقة خط الاستواء . وينساب من نصف الكرة المضاد مياه القطب الشمالي المائلة إلى الدفء ، والتي تطفو فوق مياه الأنتاركتيكا حين تقابلها . وتحدث تيارات محلية ، حين تصطدم مياه مختلفة الملوحة . فمثلا ، عند جبل طارق ، يخرج لسان من ماء البحر المتوسط المالح إلى المحيط الأطلنطي لينساب تحت تيار من ماء أقل ملوحة في المحيط يتحرك في الاتجاه المضاد .

تعمل تيارات المحيط كمبدلات حرارية عالمية ، فهي تحرك الماء من منطقة الاستواء إلى القطبين المتجمدين ، وبالعكس . وعلى سطح البحار تدفع التيارات بالرياح القوية . والرياح التجارية الشرقية تدفع المياه إلى الغرب ، فتحدث تيارات استوائية تنجذب نحو القطبين بتأثير قوة كوريوليس ، فتتحد مع تيارات العروض العليا لتكوّن دوائر عظمى أو حلزونية . وتأثير قوة كوريوليس يوجهه الحلزونية في اتجاه دوران عقربي الساعة في نصف الكرة الشمالي ، وفي الاتجاه المضاد في نصف الكرة الجنوبي .

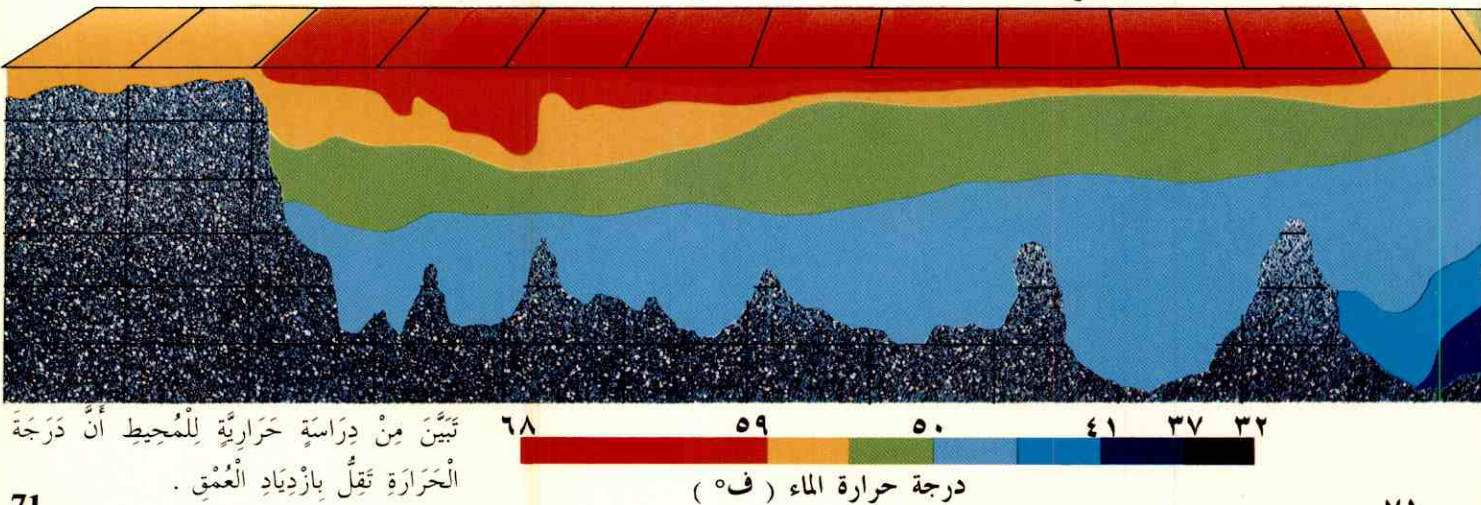


تتغير ملوحة المحيطات بتغير دائرة العرض . والمياه القطبية عالية الملوحة لأن الملح يتفصل من مياه البحر عندما تتجمد .

الملوحة

٣٦,٠ %

٣٤,٣ %

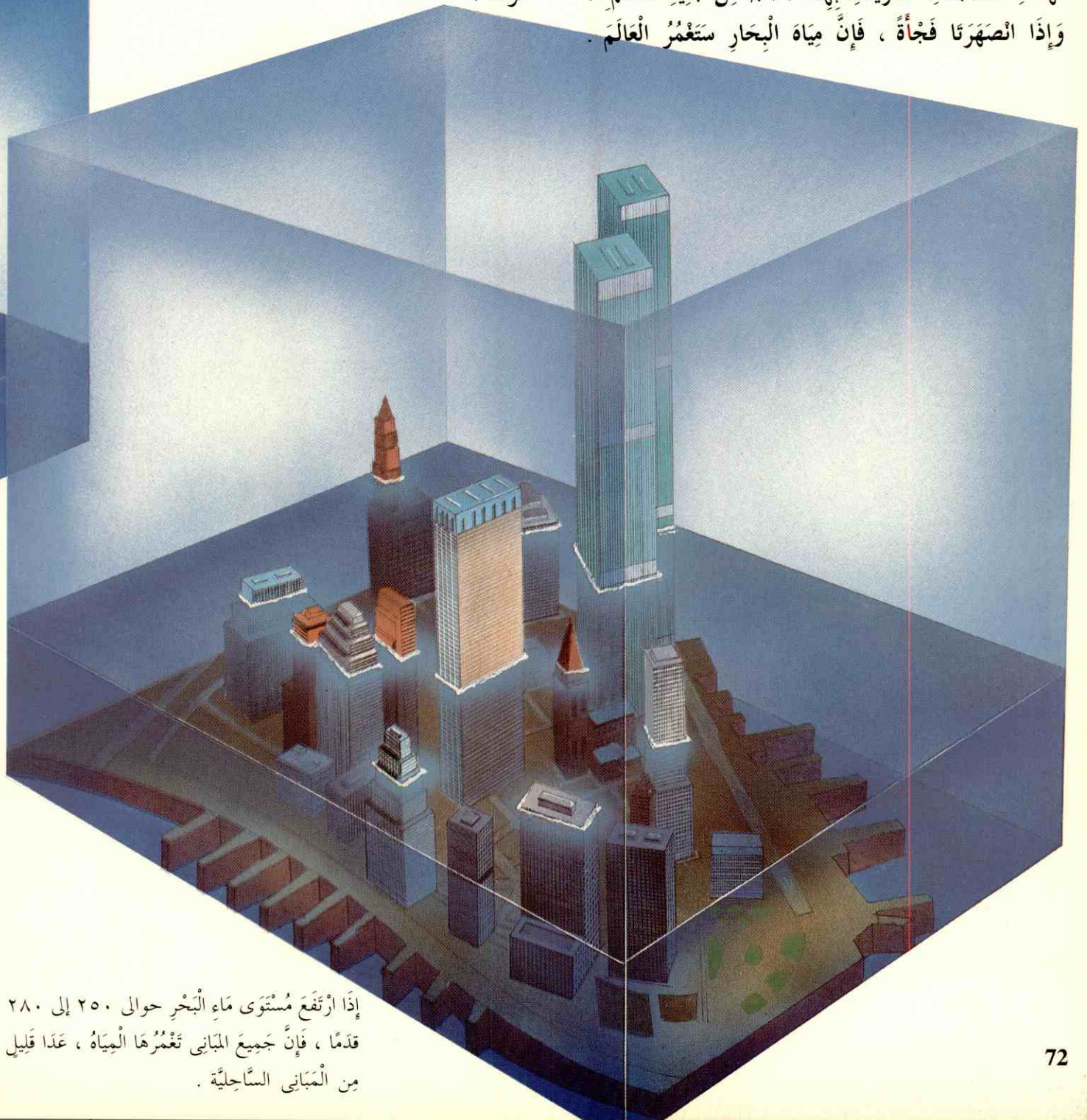


هَلْ يُمَكِّنُ أَنْ تَنْصَهَرَ الْقُلُوسَتَانِ الْجَلِيدَتَانِ الْقُطَيْتَانِ؟

وَلِيَقْدَرِ الْعُلَمَاءُ مَقْدَارَ ارْتِفَاعِ سَطْحِ مَاءِ الْبَحَارِ ، فَإِنَّهُمْ يُقَسِّمُونَ حَجْمَ الْمَاءِ النَّاتِجِ عَنِ الانصِهَارِ عَلَى مِسَاحَةِ سَطْحِ مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ . وَبَعْدَ تَقْدِيرِ مَقْدَارِ ارْتِفَاعِ قَارَةِ أَنْتَارِكْتِيكَا بَعْدَ زَوَالِ ضَعْفِ الْجَلِيدِ ، وَصَلَ الْعُلَمَاءُ إِلَى أَنَّ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ يَرْتَفِعُ حَوَالَى ٢٥٠ إِلَى ٢٨٠ قَدَمًا فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْعَالَمِ . وَهَذِهِ الْأَشْكَالُ تُبَيِّنُ ارْتِفَاعَ مَاءِ الْبَحْرِ بِمَقْدَارِ ١٥٠ قَدَمًا وَآثَرَهُ ، حَيْثُ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ قَاعَ الْمُحِيطِ سَيَنْخَفِضُ بِتَأْثِيرِ وَزْنِ الْمِيَاهِ فَوْقَهُ .

إِنَّ فِكْرَةَ انصِهَارِ الْقُلُوسَتَيْنِ الْجَلِيدَتَيْنِ الْقُطَيْتَيْنِ يَوْمًا مَا ، هِيَ فِكْرَةٌ تَخِيلِيَّةٌ أَكْثَرُ مِنْهَا حَقِيقَةٌ وَاقِعِيَّةٌ . فَفِي تَارِيخِ الْأَرْضِ الَّذِي يَرُوبُو عَلَى ٤,٦ بِلْيُونِ عَامٍ ، حَدَثَتْ ثَلَاثَةُ عُصُورٍ جَلِيدَةٍ كَبِيرَةٍ . وَيَعْتَقِدُ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ أَنَّ الْحَرَارَةَ الَّتِي تَسُودُ الْعَالَمَ بِسَبَبِ غَازَاتِ الْكَرْبُونِ الَّتِي يَصْنَعُهَا الْإِنْسَانُ (مَقَابِلِ - أَسْفَلِ) ، يُمَكِّنُهَا بِطَءٍ - لَكِنْ بِثَبَاتٍ - أَنْ تَنْصَهَرَ الْقُلُوسَتَانِ الْجَلِيدَتَانِ اللَّتَانِ تُعْطِيَانِ جَرِينْلَانْدَ وَأَنْتَارِكْتِيكَا .

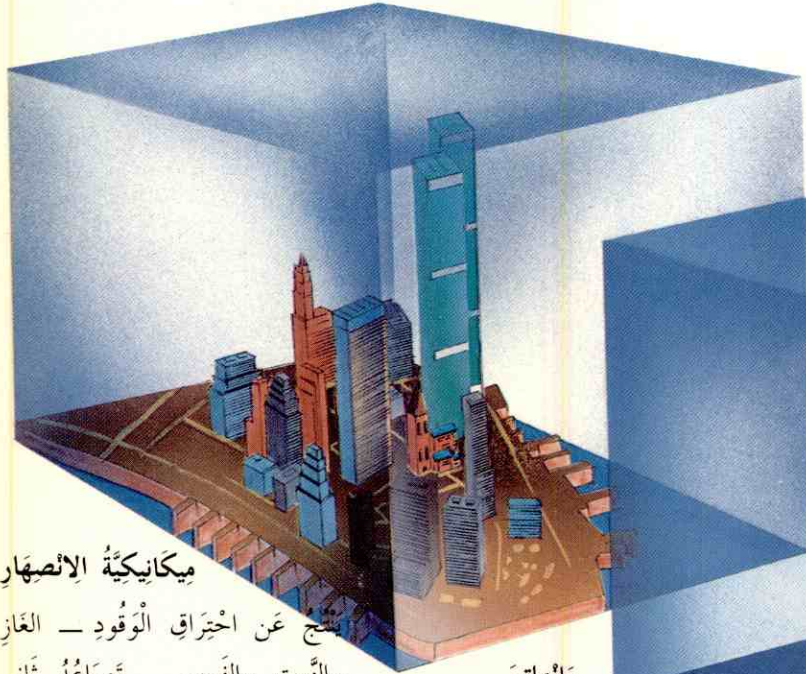
فَهَاتَانِ الثَّلَاجَتَانِ الْقَارِيَتَانِ بِهِمَا ٩٩٪ مِنْ جَلِيدِ الْعَالَمِ . وَإِذَا انصَهَرَتَا فَجَاءَ ، فَإِنَّ مِيَاهَ الْبَحَارِ سَتَغْمُرُ الْعَالَمَ .



إِذَا ارْتَفَعَ مُسْتَوَى مَاءِ الْبَحْرِ حَوَالَى ٢٥٠ إِلَى ٢٨٠ قَدَمًا ، فَإِنَّ جَمِيعَ الْمَبَانِي تَغْمُرُهَا الْمِيَاهُ ، عَدَا قَلِيلٍ مِنَ الْمَبَانِي السَّاحِلِيَّةِ .

إغراق مركز التجارة العالمي

سَتَعْمُرُ نَاطِحَاتُ السَّحَابِ فِي جَزِيرَةِ مَانِهَاتِن (نِيويورك)
بِمَاءِ الْبَحْرِ ، إِذَا انْصَهَرَ فَجْأَةً كُلُّ جَلِيدِ جَرِينْلَانْد
وَأَنْتَارِكْتِيكَا . فَسَيَرْتَفِعُ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ فِي الْعَالَمِ
بِحَوَالِي ٢٨٠ قَدَمًا . وَلِأَنَّ قَاعَ الْبَحْرِ سَيَنْخَفِضُ تَحْتَ تَأْثِيرِ
ثَقَلِ الْمِيَاهِ ، فَسَتَكُونُ الزِّيَادَةُ حَوَالِي ١٠٠ قَدَمٍ .



ميكانيكية الانصهار

يَسْجُجُ عَنْ احْتِرَاقِ الْوُقُودِ — الْغَازِ
وَالزَّيْتِ وَالْفَحْمِ — تَصَاعُدُ ثَانِي
أَكْسِيدَ الْكَرْبُونِ . وَيُسَمَّى هَذَا
الْغَازُ بِالصُّوَيَةِ الْغَازِيَّةِ ، لِأَنَّهُ يَمُرُّ
ضَوْءَ الشَّمْسِ إِلَى الْأَرْضِ ، وَبَعْدَ
انْعِكَاسِهِ يَمْتَصُّ مِنْهَا الْأَشِعَّةَ تَحْتَ
الْحَمَرَاءِ وَلَا يَسْمَحُ لَهَا بِالْمُرُورِ إِلَى
الْفَضَاءِ . وَهَكَذَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ
حَرَارَةِ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ لِلْأَرْضِ
تَدْرِيجِيًّا . أَشِعَّةٌ تَحْتَ حَمَرَاءِ

مانهاتن

كَمَا تَبْدُو الْيَوْمَ .

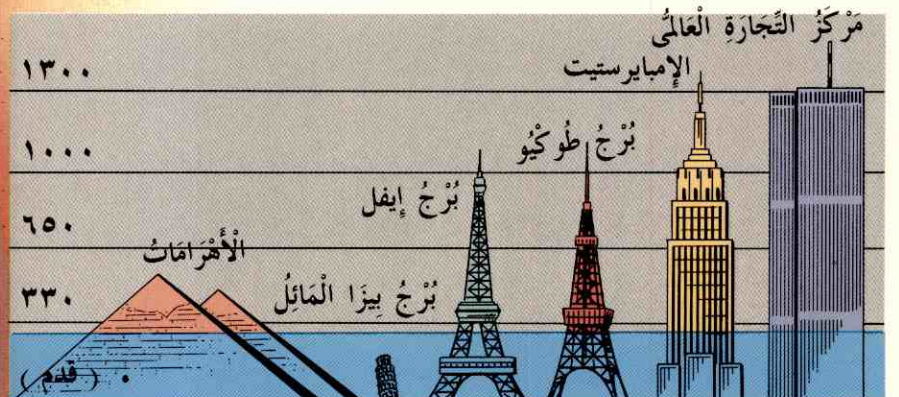
الشَّمْسُ

ضَوْءٌ مَرْتِنٌ

مَانِهَاتِن كَمَا سَتَبْدُو إِذَا ارْتَفَعَ
الْبَحْرُ ١٣٠ قَدَمًا .

إغراق الأهرامات

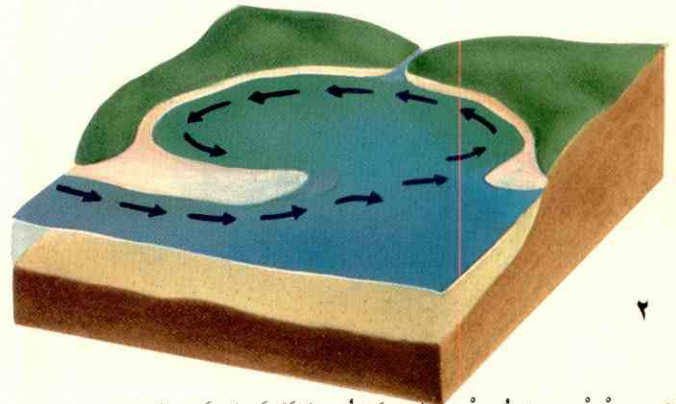
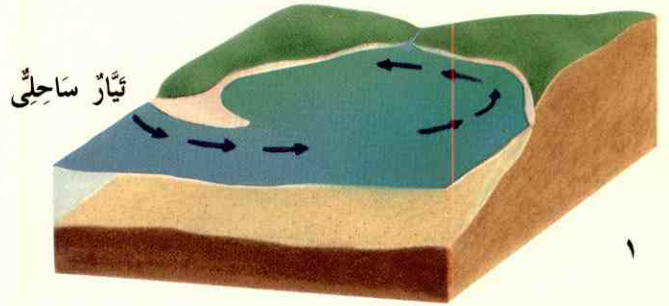
الرَّسْمُ الْبَيَانِيُّ التَّالِي يُوضِّحُ أَثَرَ
انْصِهَارِ الْقُلُوسَوَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ عَلَى
أَهَمِّ الْمَعَالِمِ ، وَإِلَى أَيِّ مَدَى يُعْطَى الْمَاءُ كُلًّا مِنْهَا .



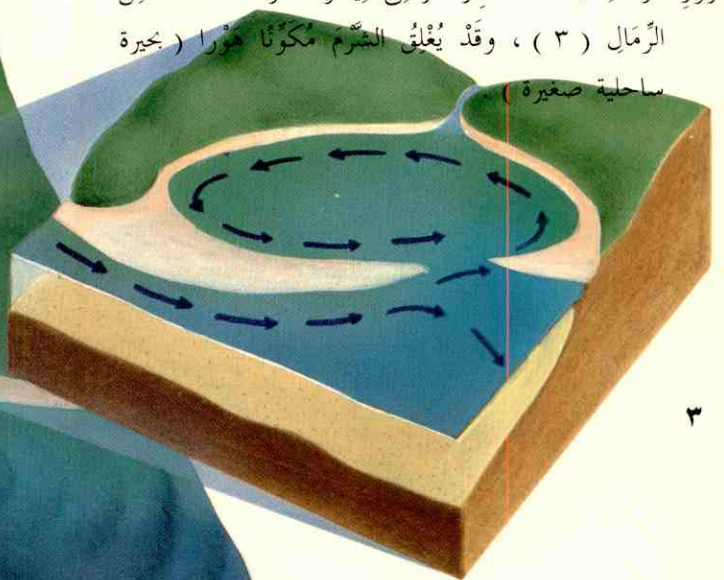
كَيْفَ تَتَكُونُ الْحَوَاجِزُ الرَّمْلِيَّةُ؟

تُكَوِّنُ حَوَاجِزُ الرَّمَالِ

عِنْدَمَا يُصَادِفُ تَيَّارُ الْمَحِيطِ الْمُحْمَلُ بِالرَّمَالِ شَرْمًا سَاحِلِيًّا (١) ، فَإِنَّهُ يَعْكِسُ اتِّجَاهَهُ مَعَ حَرَكَتِهِ عَلَى تَضَارِيسِ الشَّاطِئِ . وَعِنْدَ فَمِ الشَّرْمِ ، يُرْسِبُ التَّيَّارُ الرُّوَاسِبَ الَّتِي تُكَوِّنُ حَاجِزًا رَمْلِيًّا (٢) .



وَبِمُرُورِ الْوَقْتِ يَمْتَدُّ الْحَاجِزُ الرَّمْلِيُّ لِيَكُونَ مُرْتَفَعًا مُمْتَدًّا مِنَ الرَّمَالِ (٣) ، وَقَدْ يُغْلِقُ الشَّرْمَ مُكَوِّنًا هَوْرًا (بَحِيرَةً سَاحِلِيَّةً صَغِيرَةً) .



الْحَاجِزُ الرَّمْلِيُّ هُوَ مِنْ فِعْلِ تَيَّارَاتِ الْمَحِيطِ وَأَمْوَاجِهِ ، وَقَدْ يَكُونُ مُقَوَّسًا كِنَهَايَةِ خُطَّافِ صَيْدِ السَّمَكِ ، أَوْ مُتَنَاقِصًا إِلَى بُقْعَةٍ صَغِيرَةٍ . وَتَتَسَبَّبُ الْأَمْوَاجُ الَّتِي تُصْطَلِّدُ بِالشَّاطِئِ بِزَاوِيَةٍ ، فِي جُرْفِ الشَّاطِئِ ، فَتَحْمِلُ التَّيَّارَاتُ الرَّمْلَ وَالْحَصَى مَعَهَا إِلَى السَّاحِلِ . وَتَرْسُو هَذِهِ التَّيَّارَاتُ حَيْثُ تَوْجَدُ مَدَاخِلَ قَنَوَاتٍ أَوْ شُرُومَ ، وَتَكْشِطُ رَوَاسِبَ أُخْرَى مِنَ الشَّاطِئِ الْمُتَرَاجِعِ وَتَحْمِلُ مَعَهَا بَعْدَ أَنْ تَدُورَ إِلَى الْبَحْرِ ثَانِيَةً . وَعِنْدَ مَدْخَلِ الْفُشْحَةِ ، يَقْلُ فِعْلُ الْأَمْوَاجِ ، فَتَرْسِبُ التَّيَّارَاتُ الْمُرْتَدَّةُ مَا تَحْمِلُهُ مِنْ رَمَالٍ وَحَصَى عَلَى قَاعِ الْبَحْرِ .

وَبِالتَّدْرِيجِ ، تَتَكُونُ تَحْتَ الْأَمْوَاجِ ، رَابِيَةٌ مِنَ الرُّوَاسِبِ تُسَمَّى ضَحَضًا أَوْ أَقْصُورَةً . وَقَدْ تَرْتَفِعُ أَقْصُورَةٌ فَوْقَ سَطْحِ الْمَاءِ مُكَوِّنَةً حَاجِزًا مُمْتَدًّا مِنَ الرَّمَالِ (يَمِين) أَوْ لِسَانًا رَمْلِيًّا (يَسَار) ، وَيَتَوَقَّفُ ذَلِكَ عَلَى عِدَّةِ عَوَامِلٍ مِنْهَا شَكْلُ الْمَدْخَلِ ، وَشِدَّةُ وَشَكْلُ تَيَّارَاتِ الْمَحِيطِ . وَقَدْ يَكْبُرُ الْمُرتَفَعُ الرَّمْلِيُّ الطَّوِيلُ لِيَكُونَ جِسْرًا مِنَ الْأَرْضِ بَعْرِضِ الْمَدْخَلِ ، فَيَعْزِلُ الْمَاءَ الدَّاخِلِيَّ عَنِ الْمَحِيطِ ، وَيَكُونُ هَوْرًا مَعْزُولًا . وَإِذَا تَمَّتْ تَغْذِيَةُ الْهَوْرِ مِنْ نَهْرٍ ، فَإِنَّ الرُّوَاسِبَ سَتَحْوِلُهُ إِلَى مُسْتَنْقَعٍ .

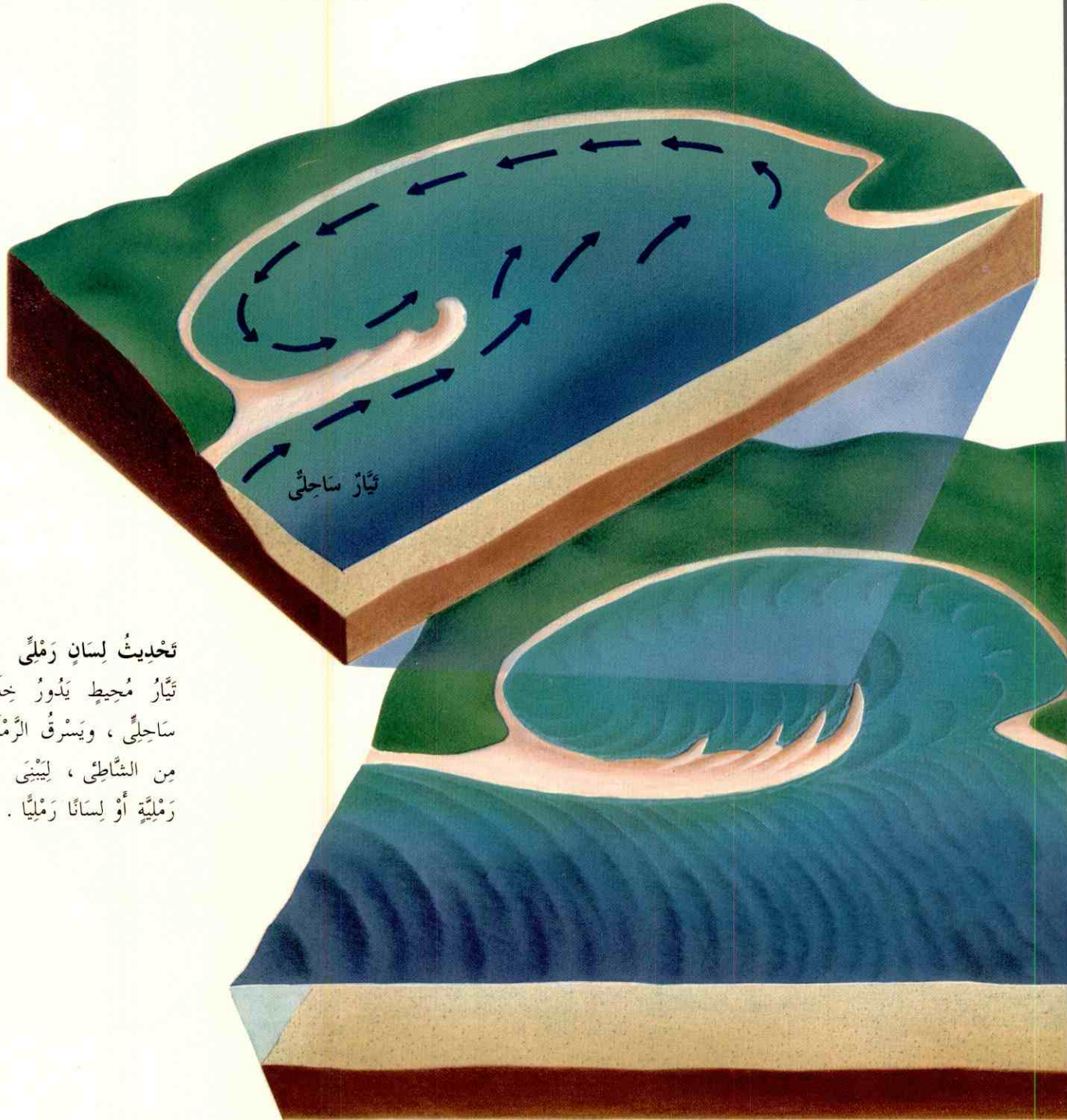




لِسَانٌ رَمْلِيٌّ مُعَقَّدٌ عَلَى شَكْلِ نِهَآيَةِ الْخُطَافِ ، فِي رَاسِ
نُتْسُوكِيَزَاكِ عَلَى جَزِيرَةِ هُوكَايْدُو الْيَابَانِيَّةِ .

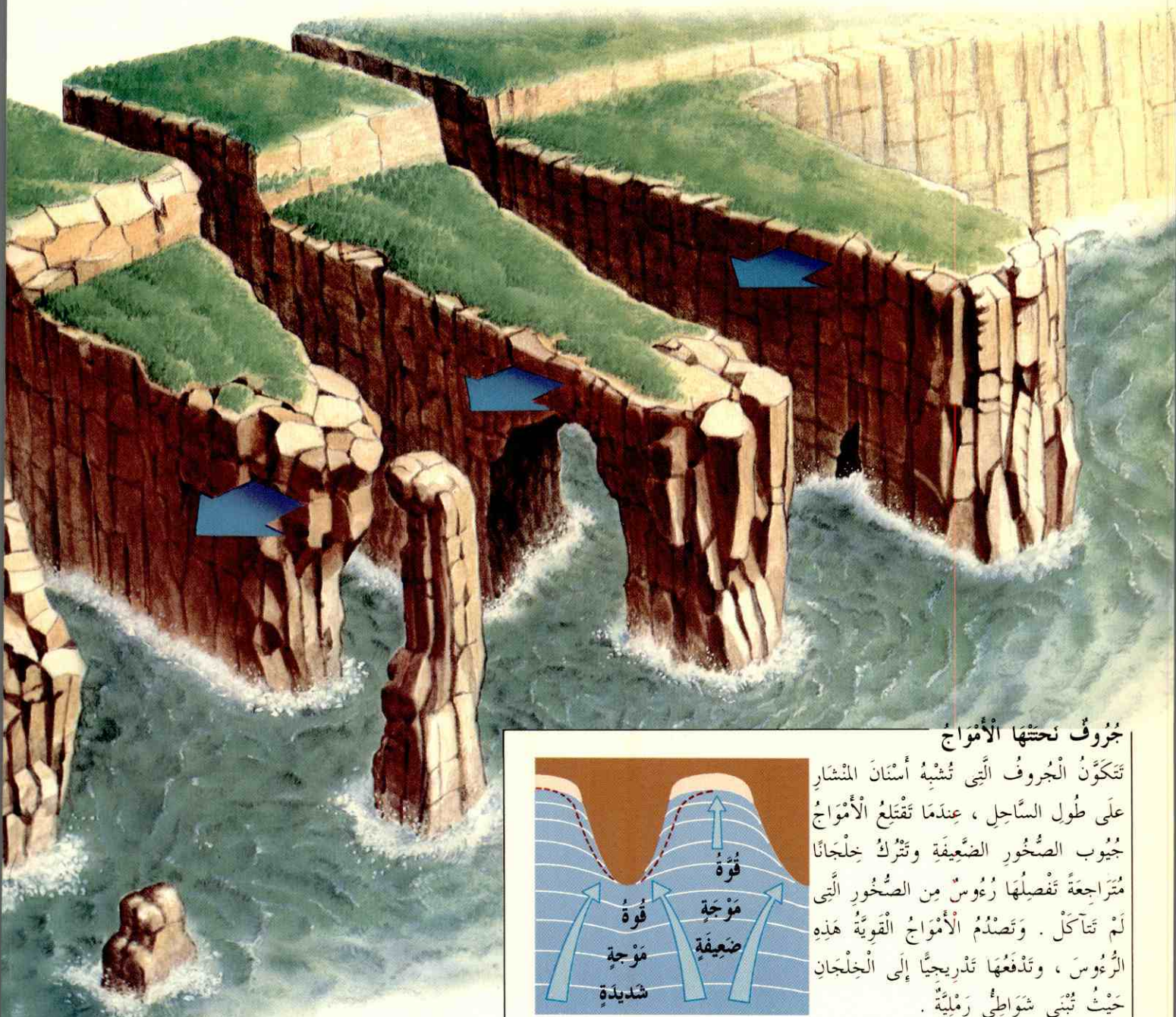


هَذَا الْمُرْتَفَعُ الرَّمْلِيُّ الطَّوِيلُ قَدْ اَمْتَدَّ فَوْقَ فَمِ الشَّرَمِ ، وَيَظْهَرُ
جَانِبُهُ الْمُوَاجِهُ لِلْبَحْرِ وَقَدْ اَمْتَلَأَ بِشَوَاطِي رَمْلِيَّةٍ مُقَوَّسَةٍ .

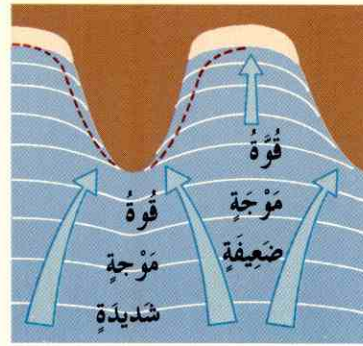


تُحْدِثُ لِسَانِ رَمْلِيٌّ
تَيَّارُ مُجِيطٍ يَدُورُ خِلَالَ مَدْخَلِ
سَاحِلِيٍّ ، وَيَسْرِقُ الرَّمْلَ وَالْحَصَى
مِنَ الشَّاطِئِ ، لِيَبْنِيَ شِبْهَ جَزِيرَةٍ
رَمْلِيَّةٍ أَوْ لِسَانًا رَمْلِيًّا .

كَيْفَ يُشَكِّلُ الْبَحْرُ السَّاحِلَ؟



جُرُوفُ نَحْتِهَا الْأَمْوَاجُ



تَتَكَوَّنُ الْجُرُوفُ الَّتِي تُشَبِّهُ أُسْنَانَ الْمَشَارِ عَلَى طُولِ السَّاحِلِ ، عِنْدَمَا تَقْتَلِعُ الْأَمْوَاجُ جُيُوبَ الصُّخُورِ الضَّعِيفَةِ وَتَتْرَكُ خَلْجَانًا مُتَرَاجِعَةً تَفْصِلُهَا رُءُوسٌ مِنَ الصُّخُورِ الَّتِي لَمْ تَتَأْكَلْ . وَتَصْدُمُ الْأَمْوَاجُ الْقَوِيَّةُ هَذِهِ الرُّءُوسَ ، وَتَدْفَعُهَا تَدْرِيجًا إِلَى الْخَلْجَانِ حَيْثُ تُبْنَى شَوَاطِي رَمْلِيَّةٌ .

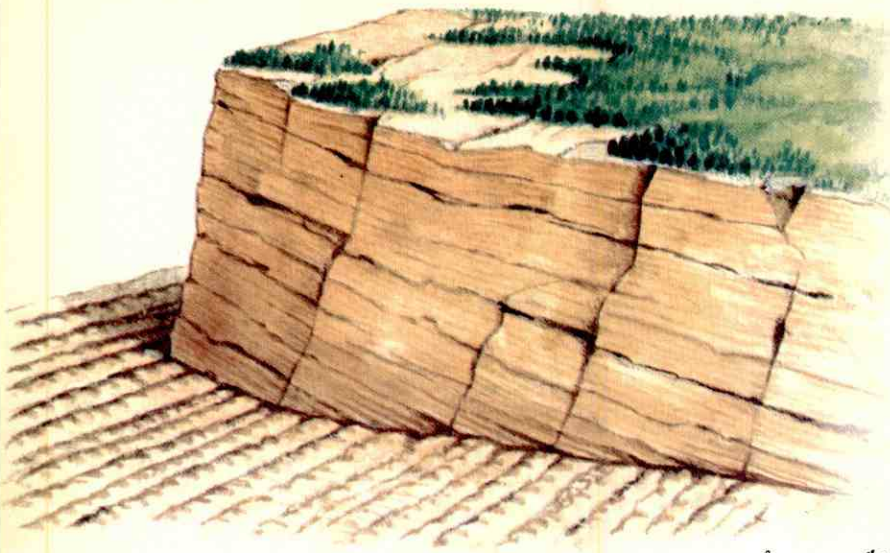
السَّطْحُ الظَّاهِرُ لِلصُّخُورِ . وَأَخِيرًا ، يُذِيبُ مَاءُ الْبَحْرِ بَعْضَ الْمَرْكَبَاتِ غَيْرِ الْعُضْوِيَّةِ فِي الصُّخُورِ وَيَجْرِفُهَا بَعِيدًا . وَتَدْرِيجًا ، وَمَعَ التَّعَرُّضِ اللَّانِهَائِي لِهَذَا النَّحْتِ ، فَإِنَّ السَّاحِلَ الصَّخْرِيَّ يَتَاكَلُ وَيَتَرَاوَعُ . وَتَتَأْكَلُ الرُّفُوفُ السَّاحِلِيَّةُ الْمُنْحَدِرَةُ وَتُصْبِحُ جُرُوفًا بَحْرِيَّةً شَدِيدَةً الْإِنْحِدَارِ . وَهَذِهِ بِدَوْرِهَا تَتَعَرَّضُ لِلتَّجْوِيَةِ فَتَسْهَوُ إِلَى رُءُوسٍ مُتَنَاطِرَةٍ وَخَلْجَانٍ . وَتَهَاجِمُ الْأَمْوَاجُ الْقَاسِيَةُ هَذِهِ الرُّءُوسَ الشَّيْبَةَ بِالْأَسْنَانِ ، وَتُكَوِّنُ الْكُهُوفَ وَالْأَقْوَاسَ وَأَحْيَانًا ثُقُوبًا فُقَاعِيَّةً (مَقَابِلُ - أَسْفَلُ) . وَفِي النِّهَايَةِ ، تَخْتَفِي هَذِهِ أَيْضًا ، وَلَا يَبْقَى إِلَّا الْأَعْمَدَةُ الصَّخْرِيَّةُ شَدِيدَةُ الْمَقَاوِمَةِ .

يَضْرِبُ الْبَحْرُ الْأَرْضَ بِاسْتِمْرَارٍ لِأَنَّهُ ذَائِبُ الْحَرَكَةِ . وَيَكُونُ التَّأثيرُ الْهَدْمِيُّ لِلْبَحْرِ بَطِينًا وَغَيْرَ وَاضِحٍ ، إِذَا كَانَتِ الصُّخُورُ السَّاحِلِيَّةُ صَلْبَةً . وَلَكِنْ إِذَا كَانَ الشَّاطِئُ هَشًّا أَوْ تَتَخَلَّلُ الْجُرُوفُ صُخُورًا ضَعِيفَةً ، فَإِنَّ الْبَحْرَ يَنْحِتُهَا إِلَى جُرُوفٍ رَائِعَةٍ الْمَنْظَرِ تَتَخَلَّلُهَا كُهُوفٌ وَتَدْعُمُهَا أَعْمَدَةٌ ذَاتُ أَقْوَاسٍ صَخْرِيَّةٍ .

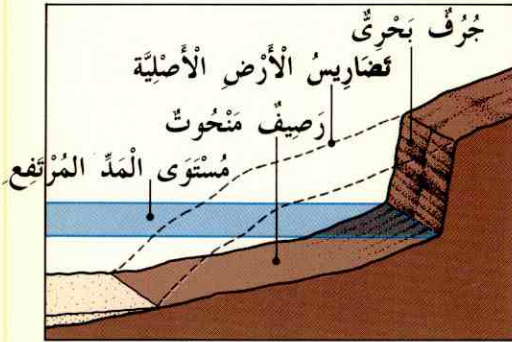
وَهَذَا النَّحْتُ يُسَمَّى التَّعْرِيةَ الْبَحْرِيَّةَ وَيَتِمُّ بِثَلَاثِ طُرُقٍ أَسَاسِيَّةٍ . فَالْتَدْفُّقُ الْمُتَوَاتِرُ لِلْأَمْوَاجِ يَدْفَعُ الْمَاءَ فِي شُقُوقِ الصُّخُورِ السَّاحِلِيَّةِ ، فَيَوْسَعُ هَذِهِ الشَّقُوقَ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، فَإِنَّ الرَّمْلَ وَالْحَصَى الْمُعْلَقَ فِي مَاءِ الْبَحْرِ يَصْقَلُ

مِنْ كَهْفٍ إِلَى قَوْسٍ إِلَى عَمُودٍ
يَنْحِتُ مَاءُ الْبَحْرِ كَهْفًا فِي كُلِّ مِنْ جَانِبِي رَأْسٍ نَائِيٍّ
(مقابل — أقصى يمين) . وَالْفِعْلُ الْمُسْتَمِرُّ لِلْأَمْوَاجِ
يُعَمِّقُ الْكَهْفَيْنِ حَتَّى يَتَقَابَلَا فِي الْوَسْطِ ، وَيَتَكَوَّنُ قَوْسٌ .
وَيَتَاكَلُّ الْقَوْسُ مِنْ أَعْلَى يَفْعَلُ النَّحْتِ الْمُسْتَمِرَّ ، وَيُكَوَّنُ
عَمُودًا بَحْرِيًّا تُهْدَبُهُ الْأَمْوَاجُ .

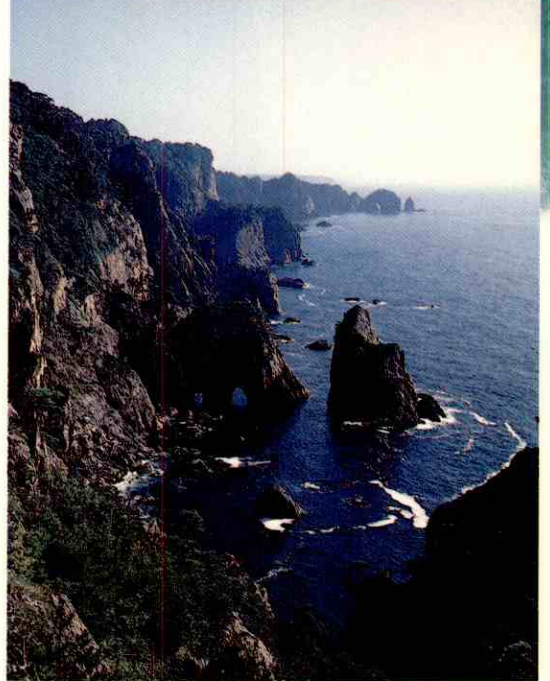
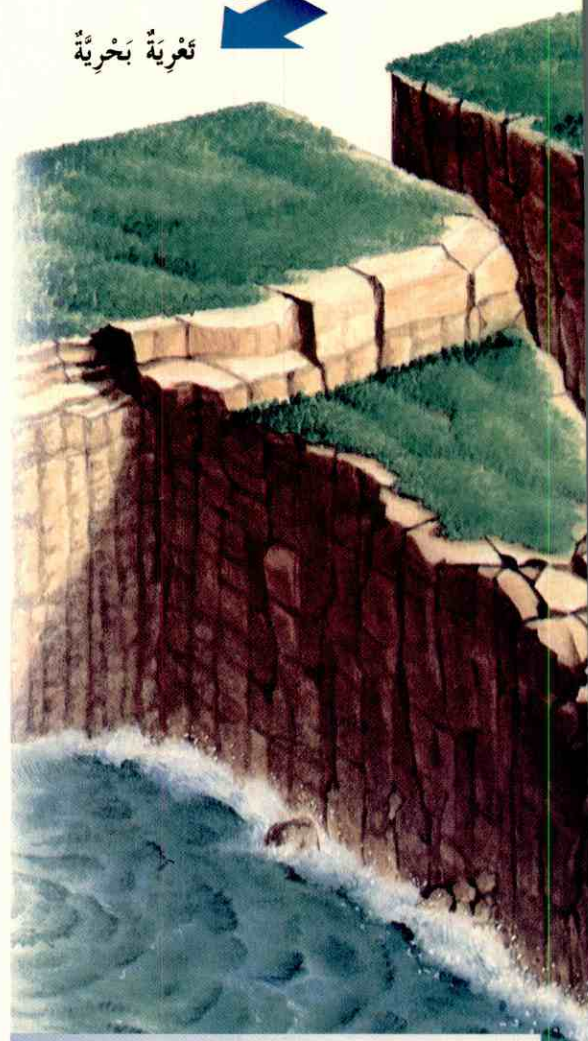
تَعْرِيةً بَحْرِيَّةً



أَرْصِيفَةٌ صَنَعَهَا الْبَحْرُ



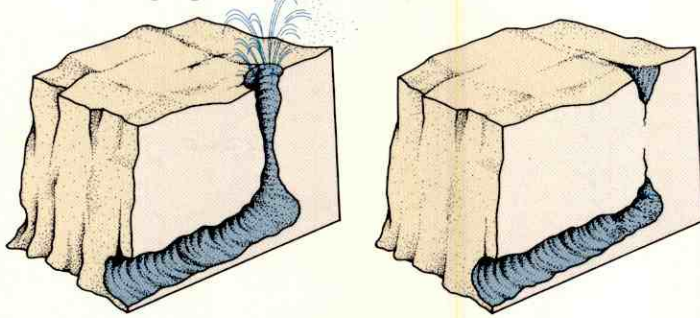
بِالْإِرْتِطَامِ الْمُتَوَاصِلِ عَلَى الْأَرْضِ ،
صَنَعَتْ أَمْوَاجُ الْمَحِيطِ تَشْكِيلًا
جِيُولُوجِيًّا يُشَبِّهُ الْأَرْصِيفَةَ وَظَهَرَهَا
هُوَ جُرْفٌ بَحْرِيٌّ ، وَقَاعِدَتُهَا
رَصِيفٌ مَنَحُوتٌ . وَالْمَدُّ الْمُنْخَفِضُ
(أَعْلَى) يَكْشِفُ سَطْحَ الرَّصِيفِ
الْمُسْتَوَى .



مَدٌّ مُنْخَفِضٌ يَكْشِفُ مَقَاعِدَ صَنَعَتِهَا الْأَمْوَاجُ قُرْبَ إِيوَائِي بِالْيَابَانِ .

مِنْ هُنَاكَ تَنْدَفِعُ

مَاءُ الْمَحِيطِ الْمَحْصُورُ فِي كَهْفٍ عِنْدَ قَاعِدَةِ جُرْفٍ بَحْرِيٍّ ، قَدْ يَنْدَفِعُ بَضْعُطٍ
عَالٍ بِالْأَمْوَاجِ الْقَادِمَةِ . وَالْفَتْحَةُ الَّتِي يَنْدَفِعُ مِنْهَا الْمَاءُ تُسَمَّى ثَقْبًا فُقَاعِيًّا .
وَعَادَةً يُحْدِثُ هَسِيْسًا مِنَ الْهَوَاءِ الَّذِي يَنْحَرُّ وَيَخْرُجُ مَعَ الْمَاءِ .



مَسَلَّاتٌ بَحْرِيَّةٌ وَأَقْوَاسٌ تُزَيِّنُ سَاحِلَ مُحِيطٍ .

مَا الشَّكْلُ الَّذِي يَبْدُو عَلَيْهِ

إِلَى أَى عُمُقٍ يُمَكِّنُكَ الْوُصُولُ ؟

يُوجَدُ ٢٢ من خَوَانِقِ الْأَعْمَاقِ الـ ٢٦ ، فِي الْمُحِيطِ الْهَادِي . وَبِالْمُحِيطِ الْهَادِي الْغَرْبِيِّ أَعْمَقُ خَانِقَتَيْنِ وَهُمَا خَانِقُ مَارِيَانَا وَعُمُقُهُ ٣٦٢٠٠ قَدَم ، وَخَانِقُ تُونْجَا وَعُمُقُهُ ٣٥٧٠٠ قَدَم .

خَافَةُ هَاوَاي

سِلْسِلَةُ امْبُرُورِ الْبَحْرِيَّةِ

خَانِقُ الْيَابَانِ

بَحْرُ بِيرِنْجِ بَحْرُ أَخْتَسَكْ
خَنْدَقُ كِيرِيل

خَانِقُ الْوُشِيَانِ

مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ مِندَنَاو

مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ مَوْرَاي

مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ مَوْلُوكَاي

مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ كَلَارِيُون

خَانِقُ أَمْرِيكََا الْوُسْطَى

مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ كَلِيدَا

خَافَةُ نَازَاكَ

خَانِقُ تُونْجَا

مُرْتَفَعَاتُ شَرْقِ الْمُحِيطِ الْهَادِي

خَانِقُ جَاوَرَا

خَانِقُ مَارِيَانَا

خَانِقُ هَبْرِيدَزِ الْجَدِيدِ

فَالِقُ مَتَحَوَّلٍ

خَافَةُ وَسْطِ الْمُحِيطِ

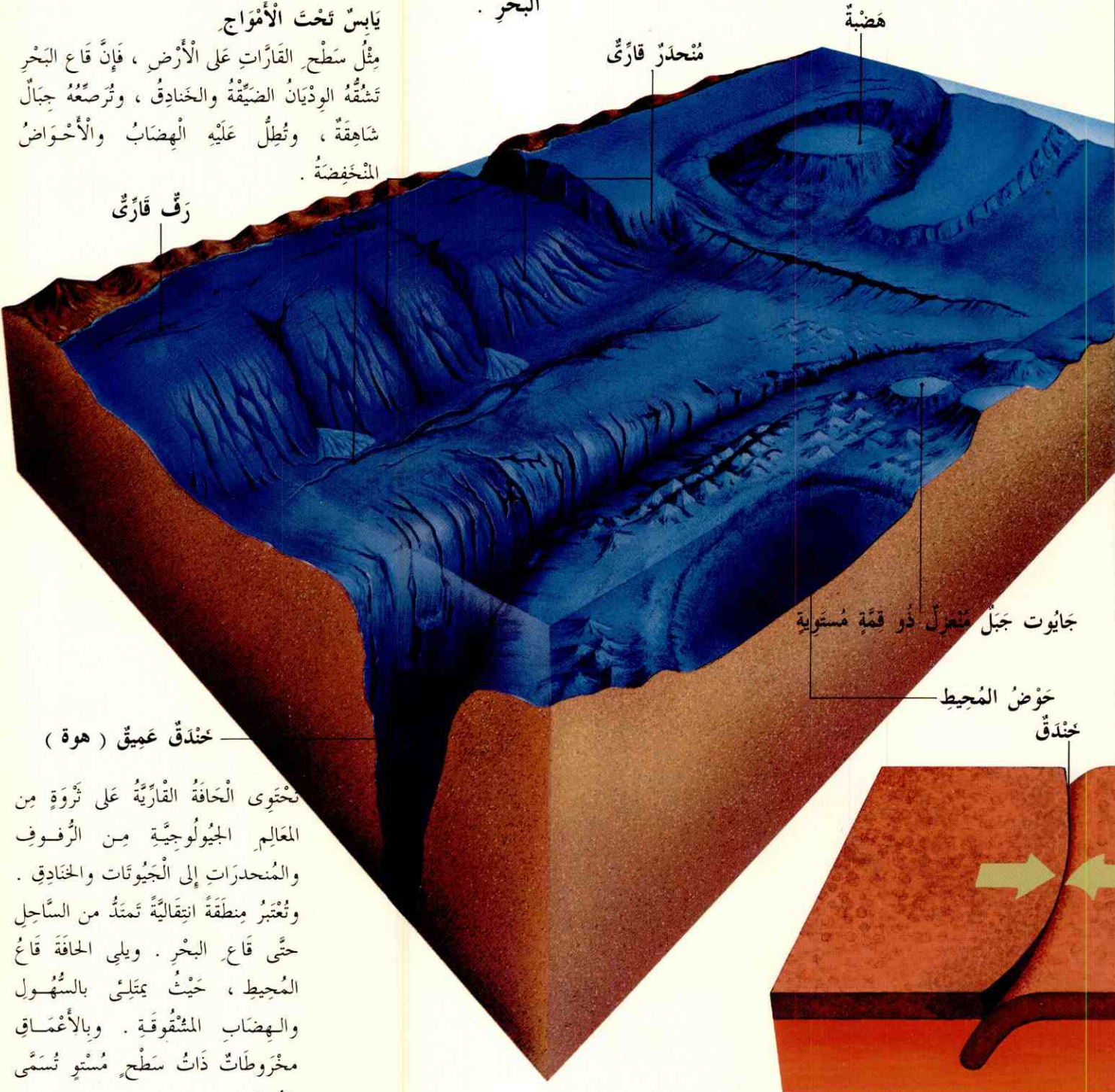
رِمَالٌ مُتَغَيِّرَةٌ .

طَبَقًا لِنَظَرِيَّةِ امْتِدَادِ قَاعِ الْبَحْرِ ، فَإِنَّ طَبَقَاتِ أَرْضِ الْمُحِيطِ تُكُونُ خَافَاتٍ وَسْطَ الْمُحِيطِ الَّتِي تُدْفَعُ لِلخَارِجِ لِتَتَفَتَّتَ حِينَ تَسْقُطُ فِي خَوَانِقِ الْمُحِيطِ . وَتَحْدُثُ الْفَوَالِقُ حِينَ تَحْتَكُ طَبَقَتَانِ أَوْ أَكْثَرُ بَعْضُهَا الْبَعْضَ .

قَاعِ الْمَحِيطِ؟

وَتَرْجِعُ طُبُوغَرَفِيَا قَاعِ الْمَحِيطِ الْحَشَنَةَ إِلَى التَّشْوِيهِ السَّطْحِيِّ وَالْدَّفْعِ الْقَارِيَّ الْمَسْبِينِ لَامْتِدَادِ الْقَاعِ . وَتَنْدَفِعُ الصُّخُورُ الْمُنْصَهَرَةُ إِلَى أَعْلَى ، خِلَالَ فَوَالِقِ حَوَافِّ وَسَطِ الْمَحِيطِ ، ثُمَّ تَتَجَمَّدُ ثَانِيَةً لِتَكُونُ قَاعًا جَدِيدًا يَدْفَعُ الْمَوْجُودَ إِلَى الْخَارِجِ حَتَّى يَصْطَلِدَ - وَيَنْزَلِقَ أَسْفَلَ - بِقَارَةٍ أَوْ طَبَقَةٍ قَاعٍ أُخْرَى (صَفَحَات ٨٦ - ٨٧) . وَتَمْتَدُّ خَنَادِقُ الْمَحِيطِ حَتَّى غُمُقِ ٧ أَمْيَالٍ تَحْتَ سَطْحِ الْبَحْرِ .

تَحْتَ مِيَاهِ مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ يَسْتَقَرُّ أَدِيمُ أَرْضٍ فِي شَكْلِ مُبْهِرٍ . قَالَهُوَامِشُ الْقَارِيَّةِ الَّتِي تَشْمَلُ الرُّفُوفَ الْقَارِيَّةَ وَالْمُنْحَدَرَاتِ وَخَنَادِقَ الْأَعْمَاقِ ، تُشَكِّلُ الْحُدُودَ بَيْنَ الشَّاطِئِ وَأَحْوَاضِ الْمَحِيطِ الْعَمِيقَةِ . وَفِي هَذِهِ الْأَحْوَاضِ تَسْتَقَرُّ حَافَةُ وَسَطِ الْمَحِيطِ ، وَهِيَ جِبَالٌ مَعْمُورَةٌ ، قَدْ يَرْتَفِعُ بَعْضُهَا حَوَالِي مِائَتَيْنِ فَوْقَ قَاعِ الْمَحِيطِ ، وَيَمْتَدُّ عَشْرَاتِ الْأَلْفِ مِنَ الْأَمْيَالِ حَوْلَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ .



خَنْدَقٌ عَمِيقٌ (هَوَّة)

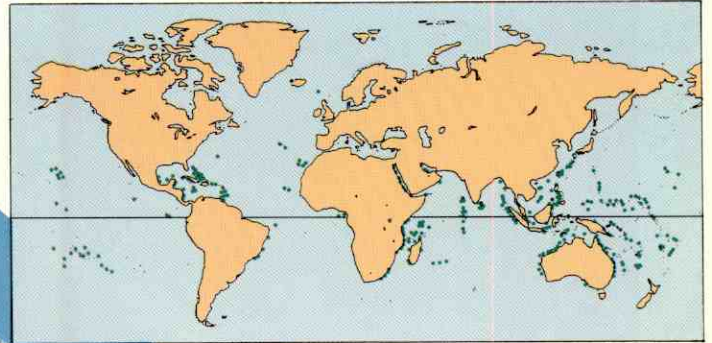
تَحْتَوِي الْحَافَةُ الْقَارِيَّةُ عَلَى ثَرَوَةٍ مِنَ الْمَعَالِمِ الْجِيُولُوجِيَّةِ مِنَ الرُّفُوفِ وَالْمُنْحَدَرَاتِ إِلَى الْجِيُوتَاتِ وَالْخَنَادِقِ . وَتُعْتَبَرُ مِثْلَ مَنْطَقَةٍ انْتِقَالِيَّةٍ تَمْتَدُّ مِنَ السَّاحِلِ حَتَّى قَاعِ الْبَحْرِ . وَيَلِي الْحَافَةَ قَاعُ الْمَحِيطِ ، حَيْثُ يَمْتَلِئُ بِالسُّهُولِ وَالْهَضَابِ الْمَشْقُوقَةِ . وَبِالْأَعْمَاقِ مَخْرُوطَاتٌ ذَاتُ سَطْحٍ مُسْتَوٍ تُسَمَّى جِيُوتَاتٍ .

كَيْفَ تَتَكُونُ الشُّعْبُ الْمَرْجَانِيَّةُ؟

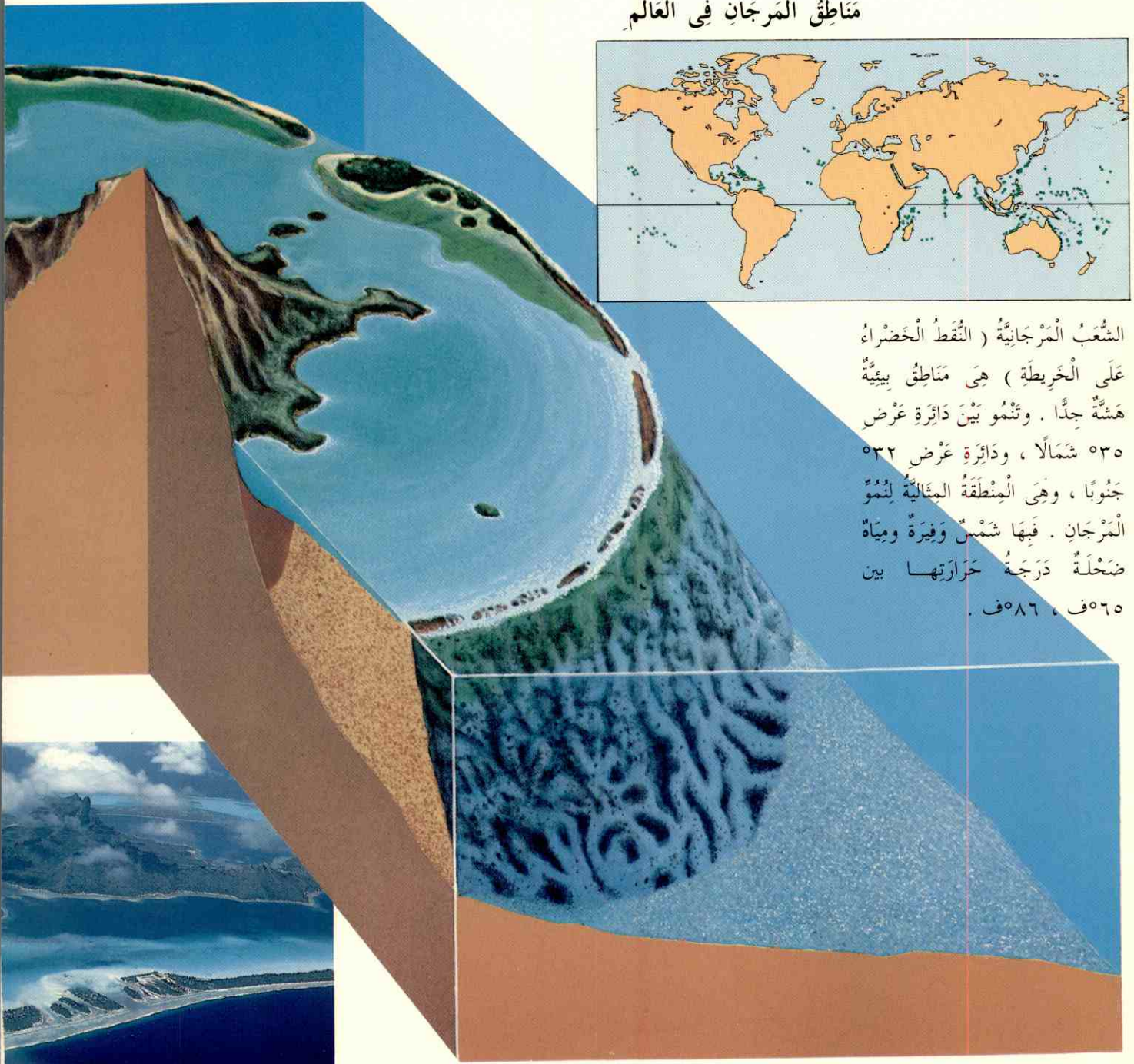
وَتَشَابَهُ الشُّعْبُ الْمَرْجَانِيَّةُ مُكَوَّنَةً مُسْتَعْمَرَاتٍ لَهَا أَشْكَالٌ رَاضِيَةٌ مُخْتَلِفَةٌ ، مِنْ الْمَرَاوِحِ الشَّرِيطِيَّةِ إِلَى الْجَلَامِيدِ الشَّيْهَةِ بِالْمُخِّ . وَقَدْ تُكُونُ بَيْضَاءً أَوْ حُمْرَاءً أَوْ بُرْتُقَالِيَّةً أَوْ صَفْرَاءً أَوْ أَرْجَوَانِيَّةً أَوْ بِأَلْوَانٍ أُخْرَى . وَتَتَكَاتَرُ الْمُسْتَعْمَرَةُ الْمَرْجَانِيَّةُ بِطَرِيقَتَيْنِ : بِإِنْتِاجِ بَيْضٍ وَبِرَقَاتٍ تَنْمُو إِلَى مَرْجَانٍ وَبِالْتَّبَرُّعِ أَوْ بِإِطْلَاقِ فُرُوعٍ أُخْرَى مِنْ الْمَرْجَانِ . وَكَمَا يَظْهَرُ هُنَا ، فَإِنَّ الْمُسْتَعْمَرَاتِ الْمَرْجَانِيَّةَ الْكَبِيرَةَ تَتَطَوَّرُ لِشَكْلِ شُعْبٍ هُدْبِيَّةٍ (يَسَار) ، وَحَوَاجِزَ مَرْجَانِيَّةٍ (تَحْتَ) ، وَجُزُرًا مَرْجَانِيَّةً (مَقَابِلَ أَسْفَل) .

الشُّعْبَةُ الْمَرْجَانِيَّةُ صُلْبَةٌ كَالصُّخُورِ وَتَمْتَدُّ لِحَوَالِي ٦٠ مِيلًا ، وَتَتَكُونُ مِنَ الْهَيَاكِلِ الْجِيرِيَّةِ لِلْمَلَايِينِ مِنْ حَيَوَانَ الْمَرْجَانِ الْبَحْرِيِّ الدَّقِيقِ وَالْأُبُوبِيِّ الشَّكْلِ . وَيَلْتَصِقُ الْمَرْجَانُ بِسَطْحِ صَخْرِيٍّ ، وَيَقْبِضُ عَلَى الْبَلَانِكُتُونِ وَالْقَشَرِيَّاتِ الدَّقِيقَةِ بِلَوَامِسِهِ السَّامَةِ الْقَرِيبَةِ مِنْ فَمِهِ . وَيَمْتَصُّ أَيْضًا الْكِيمَاوِيَّاتِ الَّتِي تُفَرِّزُهَا الطَّحَالِبُ الَّتِي تَعِيشُ عَلَى أُنْسِجَةِ الْمَرْجَانِ ، وَهَذِهِ الْكِيمَاوِيَّاتُ تُسَاعِدُهُ عَلَى امْتِصَاصِ كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ الَّتِي تُقَوِّى هَيْكَلَ جَسْمِهِ .

مَنَاطِقُ الْمَرْجَانِ فِي الْعَالَمِ



الشُّعْبُ الْمَرْجَانِيَّةُ (التَّفْطُ الْحَضْرَاءُ عَلَى الْخَرِيطَةِ) هِيَ مَنَاطِقُ بَيْئَةٍ هَشَّةٌ جِدًّا . وَتَنْمُو بَيْنَ دَائِرَةِ عَرْضِ ٥٣٥ شَمَالًا ، وَدَائِرَةِ عَرْضِ ٥٣٢ جَنُوبًا ، وَهِيَ الْمُنَاطِقَةُ الْمِثَالِيَّةُ لِنُمُو الْمَرْجَانِ . فَبِهَا شَمْسٌ وَفِيرَةٌ وَمِيَاءٌ ضَحْلَةٌ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا بَيْنَ ٥٦٥ ف ، ٥٨٦ ف .



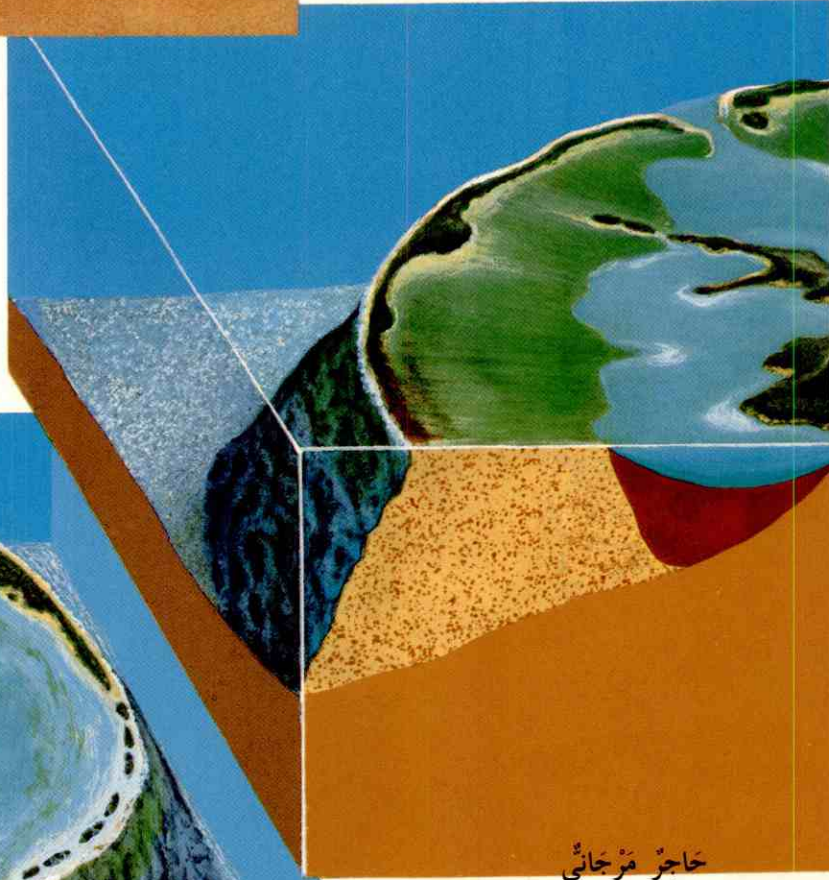
أصل الشعب المرجانية

في عام ١٨٤٠ اقترح العالم الطبيعي تشارلز داروين نظرية ذكية لتطور الشعب المرجانية . فقد ميزها إلى ٣ أنواع — تهديبي ، وحواجز — وجزر — وقال إنها تمثل ثلاث مراحل متتالية في نمو الشعب الحادث عن غمر الكتلة السفلية من الأرض .



شعبة مرجانية هديبية في جنوب الهادي .

بناء شعب هديبية
تولد الشعبة المرجانية عندما تهاجر يرقات
المرجان الحرة سباحة ، ثم تلتصق نفسها
بصخور في المياه الضحلة لساحل إحدى
الجزر . وبمجرد استقرارها ، تنمو اليرقات
إلى مرجان (بوليب) . وتنقسم الحيوانات
البالغة ثم تتفرغ مكونة شعبة كثيفة تحف
بالجزيرة .



حاجز مرجاني

في القرون التالية لتكوين
شعبة هديبية تبدأ الجزيرة في
العوص بتأثير وزنها .
وتستمر الشعب في النمو ،
وتكون حاجزاً مرجانياً
يحيط بالجزيرة . والماء
المحصور بين الحاجز
والجزيرة يكون بحيرة
شاطئية (هور) .

حلقة منعزلة

وتدريجياً تختفي الجزيرة وتترك الشعبة
المرجانية — وقد أصبحت جزيرة
مرجانية — تحيط بالبحيرة . وفي الصورة
جزيرة مرجانية في الهادي وبحيرتها
الشاطئية .



لِمَاذَا لَا

دَوْرَةُ الْمَاءِ فِي الْأَرْضِ

- ← تساقط (هطول)
- ← تبخر
- ← ماء جوفى

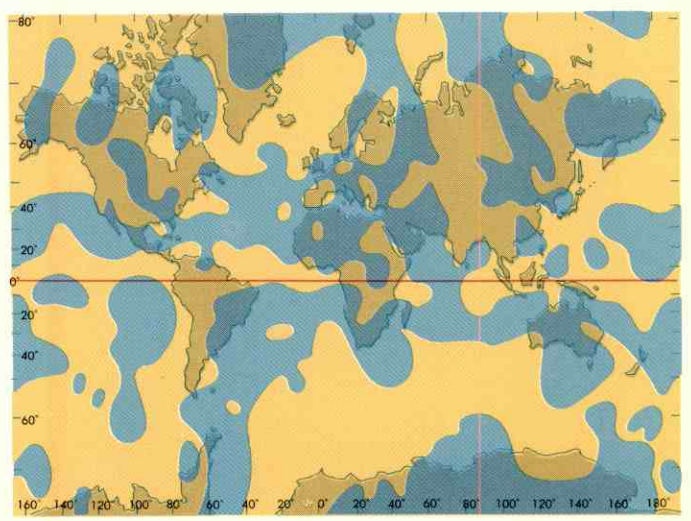
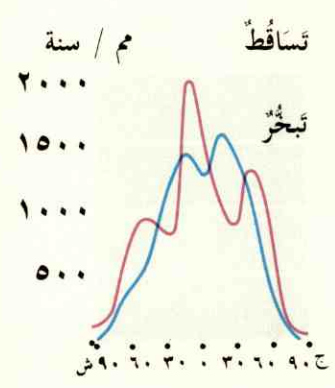
- ١ - نباتات
- ٢ - رطوبة التربة
- ٣ - محيطات
- ٤ - أنهار
- ٥ - مطر
- ٦ - بحيرات ومستنقعات
- ٧ - جليد وثلج



- التساقط فوق البحر
- تبخر فوق التساقط

مُعْدَلُ تَبَاذُلِ الْمَاءِ :

يَتَوَافَقُ التَّسَاقُطُ مَعَ التَّبَخُّرِ ، بِصِفَةِ
عَامَّةٍ عَلَى مُسْتَوَى الْعَالَمِ . وَلَكِنْ
مِنْ مَنَاطِقَ إِلَى أُخْرَى ، قَدْ لَا يَتَكَافَأُ
الْمُعْدَلَانِ (يَسَار) . فَفَوْقَ الْمُنَاطِقَةِ
شِبْهِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ وَعِنْدَ الْقُطْبَيْنِ يَتَفَوَّقُ
التَّبَخُّرُ عَلَى التَّسَاقُطِ (أَقْصَى
يَسَار) . وَالْعَكْسُ صَحِيحٌ فَوْقَ
مُعْظَمِ الْقَارَاتِ عِنْدَ دَوَائِرِ الْعَرْضِ
الْعُلْيَا .



تَفْيِضُ الْمَحِيطَاتِ ؟

تَزْدَادُ مِيَاهُ مُحِيطَاتِ الْأَرْضِ كُلَّ عَامٍ بِحَوَالِي ١٠٠.٠٠٠ مِيلٍ مُكَعَّبٍ مِنَ الْمَاءِ النَّاتِجِ عَنِ الْأَمْطَارِ وَالتَّلْجِ الْمُنْصَهَرِ وَمَا تُفْرِغُهُ الْأَنْهَارُ . وَرَعْمَ هَذَا الطُّوفَانِ ، تَظَلُّ الْبَحَارُ عِنْدَ مُسْتَوًى ثَابِتٍ .

وَسَبَبُ ذَلِكَ نِظَامُ الدَّوْرَةِ الْمَائِيَّةِ فِي الْعَالَمِ (يَسَار) . فَالْمَاءُ لَا يَزِيدُ أَوْ يَنْقُصُ عَلَى الْأَرْضِ . وَتُظْهَرُ كَمِّيَّتُهُ كَأَنَّهَا تَتَغَيَّرُ بِسَبَبِ حَرَكَتِهِ الْمُنْتَظِمَةِ فِي دَوْرَتِهِ مِنَ الْمَحِيطَاتِ إِلَى الْهَوَاءِ ثُمَّ الْأَرْضِ ، وَبِالْعَكْسِ . فَتَبْدَأُ الدَّوْرَةُ عِنْدَمَا تُبَخَّرُ الشَّمْسُ مِيَاهًا مِنَ الْمَحِيطَاتِ وَالبُحَيْرَاتِ وَالْأَنْهَارِ وَالتَّرْبَةِ . وَيَدْخُلُ بُخَارُ مَاءٍ إِضَافِيٍّ فِي الْهَوَاءِ مِنْ مَسَامٍ أَوْزَاقِ النَّبَاتَاتِ ، وَهُوَ مَاءٌ اِمْتَصَّتْهُ النَّبَاتَاتُ مِنَ الْأَرْضِ . ثُمَّ يَتَكَثَّفُ الْبُخَارُ عَلَى شَكْلِ مَطَرٍ أَوْ تَلْجٍ ، يَسْقُطُ ٧٥٪ مِنْهُ عَلَى الْمَحِيطَاتِ . وَالبَاقِي يَتَبَخَّرُ بَعْضُهُ ، وَيَسْقُطُ بَعْضُهُ الْآخَرُ عَلَى الْأَرْضِ وَالْأَنْهَارِ وَالبُحَيْرَاتِ ، وَيَتَسَرَّبُ بَعْضُهُ إِلَى بَاطِنِ الْأَرْضِ كَمِيَاهِ جَوْفِيَّةٍ ، وَفِي النِّهَايَةِ يَعُودُ مُعْظَمُهُ إِلَى الْبَحْرِ ثَانِيَةً .



أَيْنَ يُوجَدُ الْمَاءُ ؟

تُسَمَّى الْأَرْضُ أحيانًا ، كَوْكَبَ الْمَاءِ . وَذَلِكَ لِأَنَّهَا تَحْتَوِي عَلَى ١,٣٦ بِلْيُونٍ طِنٍّ مِنَ الْمَاءِ . وَتَحْتَوِي الْمَحِيطَاتُ (يَسَار) عَلَى مُعْظَمِ مِيَاهِ الْعَالَمِ .

مِيَاهُ الْمَحِيطَاتِ : ٩٧,٢٪

النَّبَاتَاتُ : ٠,٠٠١٪

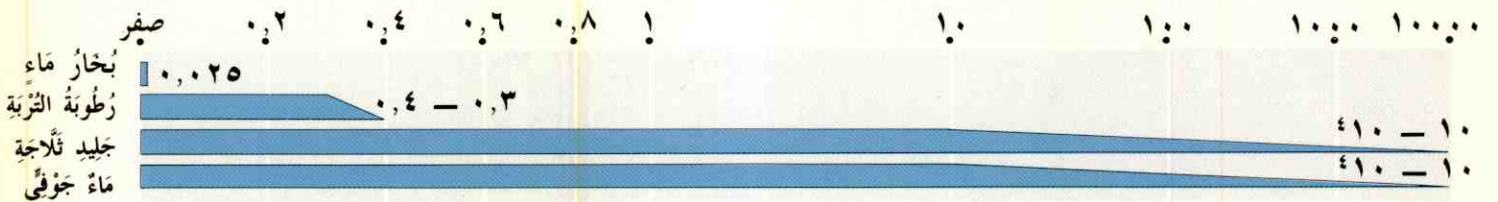
الْهَوَاءُ الْجَوِّي : ٠,٠١٪

أَنْهَارٌ وَبُحَيْرَاتٌ وَمُسْتَقْعَاتٌ : ٠,٠٢٪

مِيَاهُ جَوْفِيَّةٌ : ٠,٦١٪

الْقَلْسُوثُ الْجَلِيدِيَّةُ
وَالثَّلَاجَاتُ : ٢,١٤٪

كَيْفِيَّةُ إِعَادَةِ تَوَزِيعِ الْمَاءِ : رَعْمَ أَنَّ الْحِجْمَ الْكُلِّيَّ لِمِيَاهِ الْأَرْضِ لَا يَتَغَيَّرُ ، إِلَّا أَنَّ سُرْعَةَ دَوْرَتِهِ خِلَالَ الْمَحِيطَاتِ وَالْهَوَاءِ وَالْأَرْضِ تَتَغَيَّرُ تَغْيِيرًا كَبِيرًا . وَالرَّسْمُ التَّالِي يُوضِّحُ عِدَدَ السَّنَوَاتِ الَّتِي يَسْتَعْرِفُهَا نَظَرِيًّا جُزْءٌ مِنَ الْمَاءِ لِيَأْخُذَ طَرِيقَهُ خِلَالَ طَوْرِ مِنْ دَوْرَةِ الْمَاءِ . فَعِنْدَمَا يَتَحَوَّلُ الْجُزْءُ إِلَى بُخَارٍ — مَثَلًا — فَإِنَّهُ يَبْقَى فِي الْهَوَاءِ حَوَالِي ٠,٢٥ سَنَةً (٩ أَيَّامٍ تَقْرِيبًا) . وَلَكِنَّهُ إِذَا وَجَدَ فِي جَلِيدٍ مَثْلَجَةٍ ، فَقَدْ تَنْقَضِي ١٠٠٠٠ سَنَةً قَبْلَ أَنْ يَتَحَرَّكَ فِي الدَّوْرَةِ .

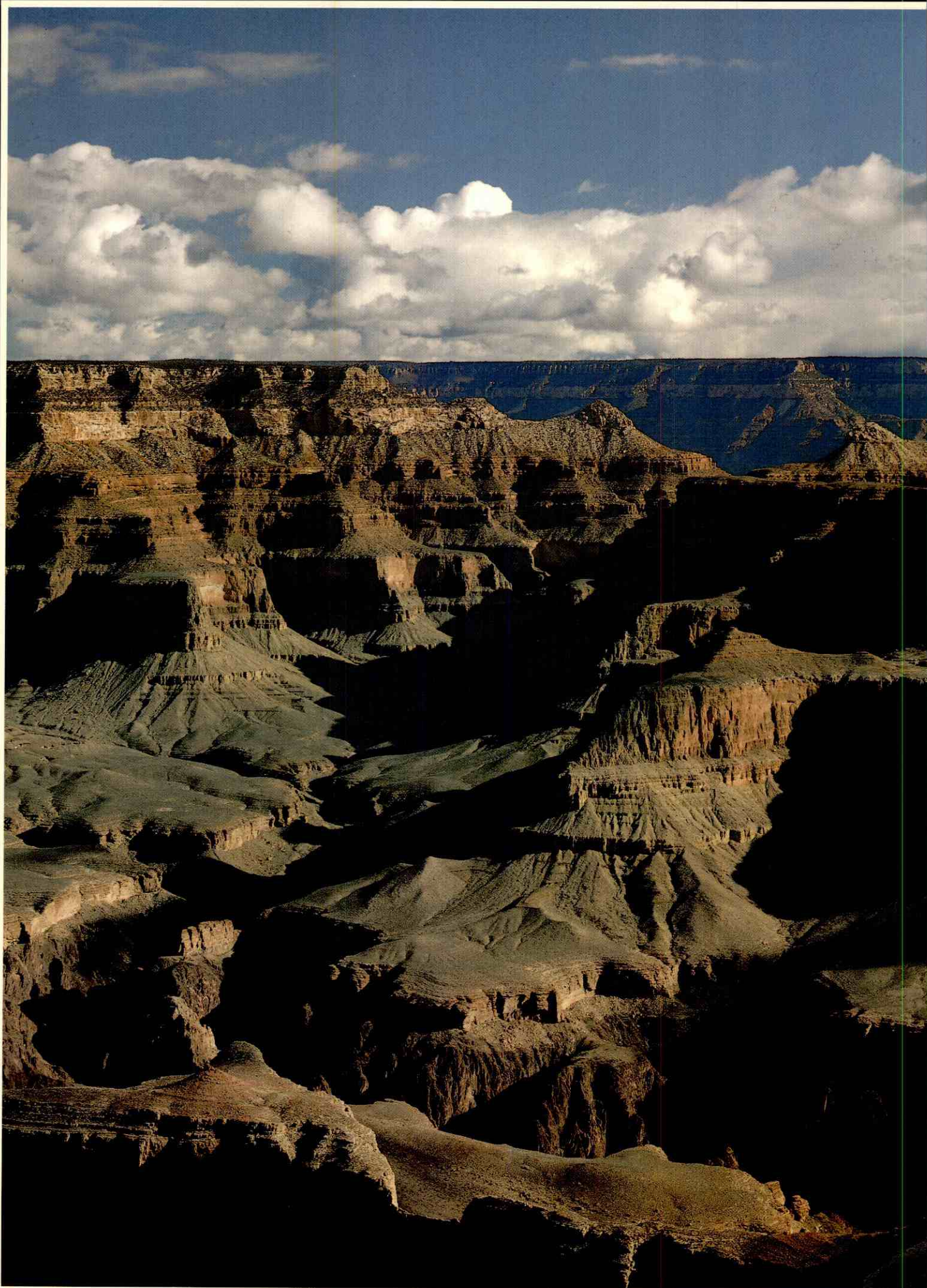


5 تَشْكِيلُ وَجْهِ الْأَرْضِ

رَغْمَ الْمَظْهَرِ الدَّائِمِ لِمُعْظَمِ الْأَشْكَالِ الْأَرْضِيَّةِ الْبَارِزَةِ مِنْ قِمَمِ إيفرست الشَّاهِقَةِ إِلَى الْحَافَاتِ الْمُرتَفِعَةِ لِلوَادِي الْأُخْدُودِي الْعَظِيمِ فِي كَلُورَادُو (يَسَار) ، إِلَّا أَنَّهَا فِي حَالَةٍ تَغْيَرٍ مُنْتَظَمٍ . وَفِي الْحَقِيقَةِ ، فَإِنَّ كُلَّ جُزْءٍ عَلَى ظَهْرِ الْأَرْضِ يَتَغَيَّرُ كُلَّ دَقِيقَةٍ .

وَالْقُوَى الَّتِي تُحْدِثُ هَذَا التَّغْيَرَ كَثِيرَةٌ . فَقَدْ تَأْتِي مِنْ جَوْفِ الْأَرْضِ حَيْثُ تَعْمَلُ الْحَرَارَةُ وَالضَّغْطُ عَلَى رَفْعِ وَطَيِّ الْقِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، فَتَرْتَفِعُ أَوْ تَهْبِطُ الْبَحَارُ . وَقَدْ تَأْتِي مِنَ الْغُلَافِ الْجَوِّيِّ لِلْأَرْضِ ، عَلَى شَكْلِ رِيَّاحٍ تُسَبِّبُ التَّآكُلَ التَّدْرِيجِيَّ لِأَصْلَبِ الصُّخُورِ . كَمَا تَأْتِي مِنَ الشَّمْسِ الْبَعِيدَةِ ، الَّتِي تُبَخِّرُ الْمِيَاهَ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ . وَيَتَسَاقَطُ الْبَخَارُ كَمَطَرٍ أَوْ ثَلْجٍ مُكَوَّنًا جَدَاوِلَ تَخْفُرُ وَتُوجَّهُ مَسَارَهَا ، وَأُنْهَارًا تُشَقُّ طَرِيقُهَا خِلَالَ أَعْلَى الْجِبَالِ ، وَمُحِيطَاتٍ تَعْمُرُ شَوَاطِئُهَا ، وَثَلَّاجَاتٍ تَطْحَنُ التَّلَّالَ إِلَى سُهُولٍ . وَقَدْ اسْتَمَرَّ تَحَوُّلُ الْأَرْضِ بِلَايِنِ السِّنِينَ مُنْذُ أَنْ خَلَقَهَا اللَّهُ سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى . وَسَيَسْتَمِرُّ ذَلِكَ مَا شَاءَ اللَّهُ لِلْأَرْضِ أَنْ تَبْقَى . وَسَيُشْرَحُ هَذَا الْفَصْلُ بَعْضَ هَذَا التَّحَوُّلِ .

ظَلَّ نَهْرُ كَلُورَادُو يَكْتَسِحُ الْوَادِي الْأُخْدُودِي الْعَظِيمَ (يَسَار) طَوَالَ ٦٥ مِليُونِ عَامٍ الْأَخِيرَةِ . وَمِنْ الْمُتَوَقَّعِ أَنْ يَزْدَادَ عُبْقُ وَاسْعَاغِ الْوَادِي خِلَالَ مَلَايِينِ السَّنَوَاتِ الْقَادِمَةِ — إِذَا شَاءَ اللَّهُ — حَتَّى يُصْبِحَ فِي مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، الَّذِي يَنْخَفِضُ عَنْهُ حَالِيًا بِحَوَالِي نِصْفِ مِيلٍ .



كَيْفَ تَتَكُونُ الْجِبَالُ؟

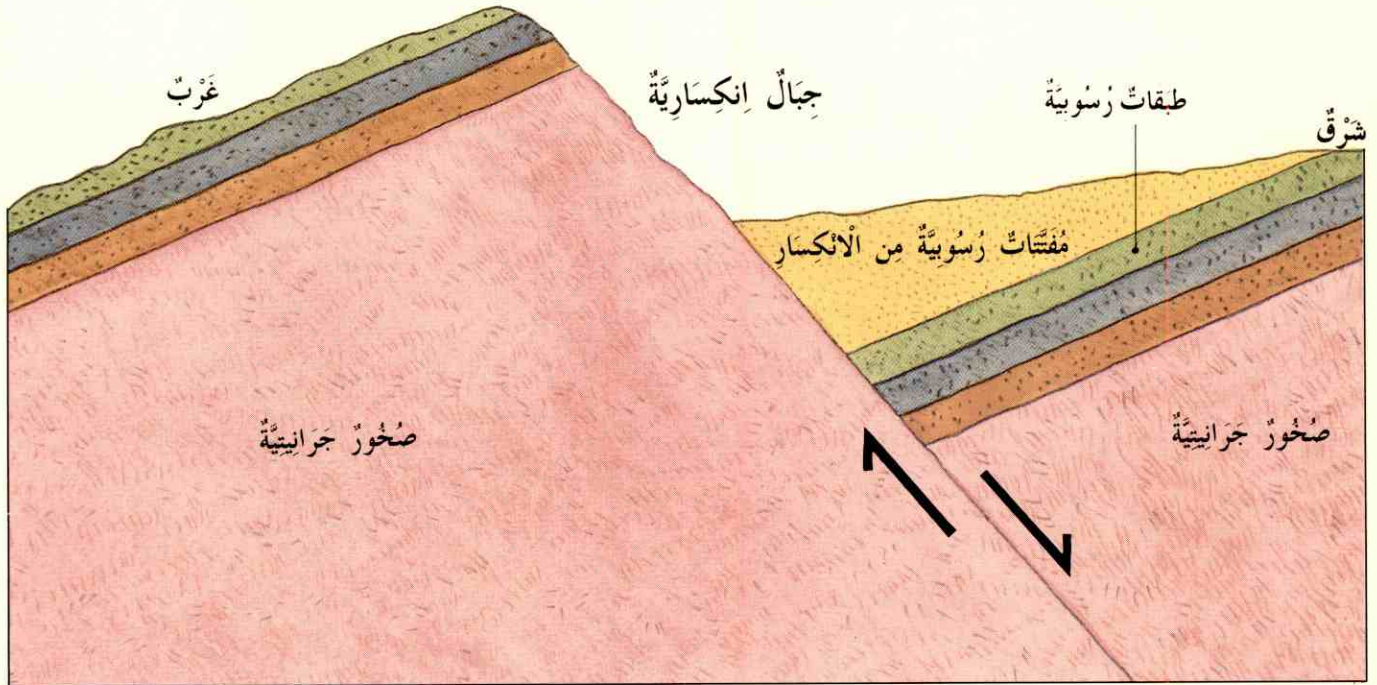
الأجزاء المنحوتة لسلسلة جبال تون في ويومنج (أعلى) هي مثال للجبال الانكسارية . وهذه الجبال وأمثالها يكون أحد جوانب صخورها عمودياً والجانب الآخر متدرج الانحدار .



تَرتفعُ الجبالُ فوقَ جميعِ القاراتِ وقاعِ جميعِ المحيطاتِ . والقوى العاتية التي تكونها تنبع من تكونية الألواح ، أي بناء الطواهر الجيولوجية بتفاعل الألواح الصلبة . والألواح الصلبة قطع متماسكة من الطبقة الخارجية اليابسة للأرض . وكما توضع حجارة الرصف على قار ساخن ، فإن ألواح الغلاف اليابس للأرض تطفو على طبقة سائلة ساخنة من الوشاح العلوي للأرض تسمى النطاق الصهيري . وعندما تتحرك الألواح الصلبة فإن حوافها الخارجية تصطدم كثيراً ، وتدفع القشرة لأعلى لتبنى سلاسل الجبال . وهذه العملية البانية للجبال تُعرف بحركة بناء الجبال ، وتحدث بالطرق الثلاثة الأساسية الموضحة هنا .

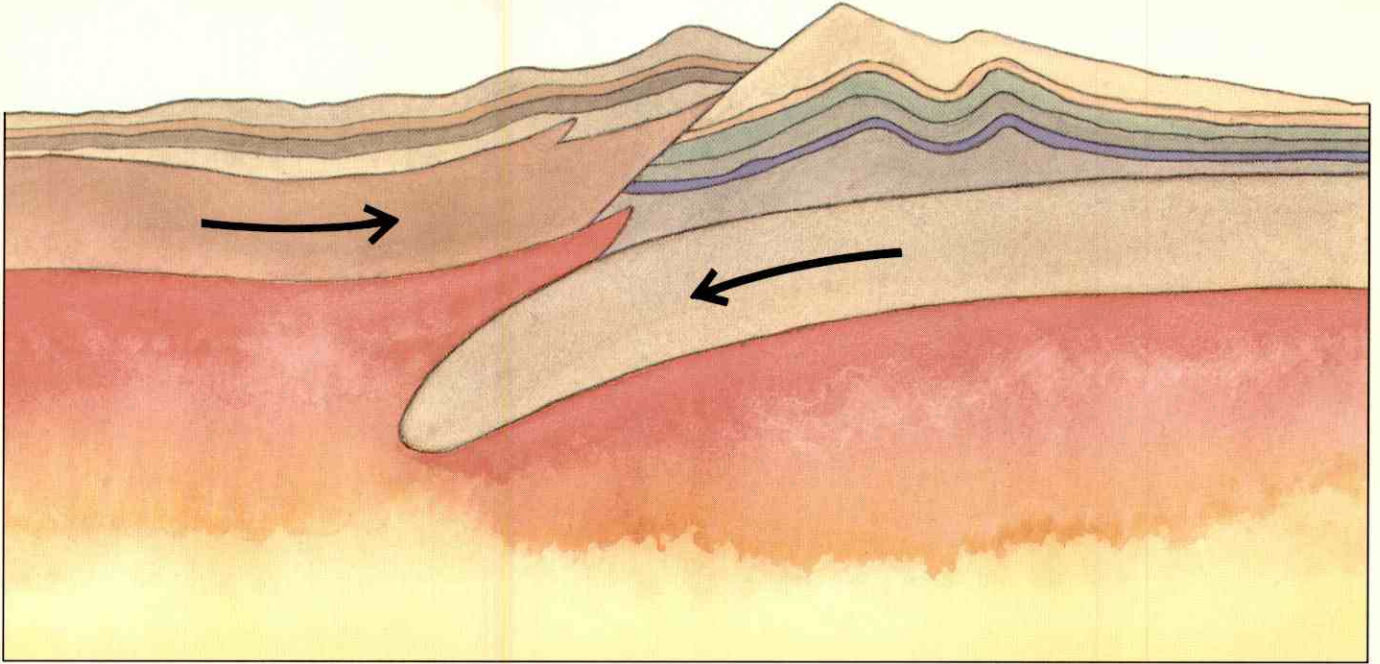
توازي ساحل أمريكا الجنوبية على المحيط الهادى ، فإنها تتجث عن انزلاق لوح محيطي (يحمل المحيط) تحت لوح قاري . والنوع الثالث يحدث عندما يصطدم لوحان محيطيان وينزل أحدهما على الآخر . وهذه العملية تنتج جبلاً بركانية مثل جبال اليابان والفليين .

عند تصادم لوحين قاريين (وهي التي تحمل القارات) تنتج سلاسل جبال . فالقشرة عند منطقة التصادم تتبع وتجعّد مكونة سلسلة من الجبال الالتوائية مثل جبال الألب (صفحة ٩٦ - ٩٧) ؛ والألب والهمالايا (صفحة ٩٨ - ٩٩) . أما سلاسل جبال الأنديز التي



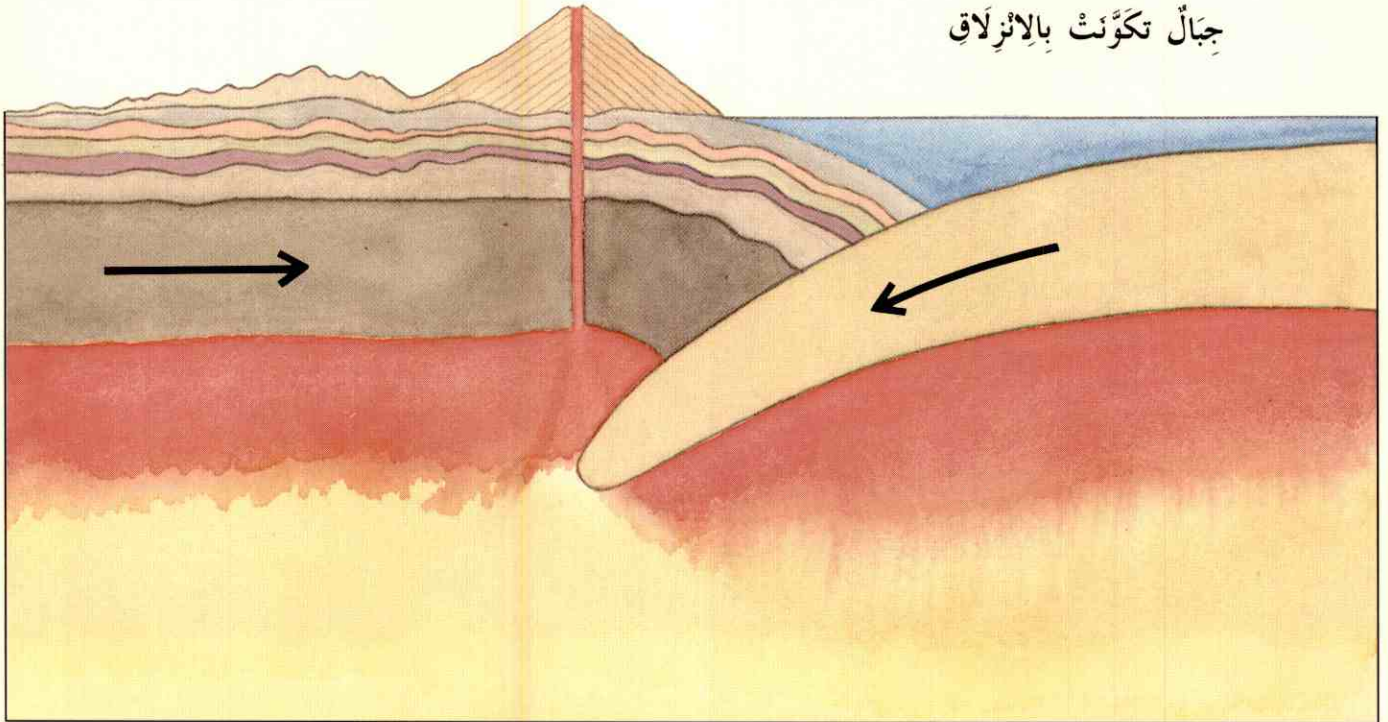
تقع سلسلة جبال تون غرب ويومنج (أعلى) على بُعد ٧٠٠ ميل من الساحل الغربي للولايات المتحدة . ويرجع وجودها إلى الحركة المتكررة للأرض على فائق سريع الانحدار يحُد الجانب الشرقي للسلسلة . وقد تحركت الكتلة القشرية على الجانب الشرقي للفائق إلى أسفل أكثر من ١٠٠٠٠ قدم بالنسبة للكتلة القشرية على الجانب الغربي . وتتغطى الصخور الجرانيتية التي تكون معظم التون بطبقة خارجية من عدّة طبقات رسوبية أزيحت غرباً بانزلاقها على الفائق .

جِبَالُ تَكُونَتْ بِتَصَادُمِ قَارَتَيْنِ



تَصَادُمُ لَوْحَيْنِ قَارَتَيْنِ بَاعْدَ بَيْنَهُمَا الْمُحِيطُ مَرَّةً ، يُنتِجُ سَلَاسِلَ جِبَالٍ التَّوَالِيَةِ وَمَسَاحَاتٍ وَاسِعَةً مِنْ صُخُورِ
الْمُنْطَقَةِ الْمُتَحَوِّلَةِ — وَهِيَ صُخُورٌ تَعْيَرُ تَرْكِيِبُهَا الْمَعْدِنِي نَتِيجَةَ الضَّغْطِ الشَّدِيدِ وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الْعَالِيَةِ
الْمُتَوَلِّدِينَ عَنِ التَّصَادُمِ . وَقَدْ تَكُونَتْ جِبَالُ الْأَنْبَلاشِ مِنْ مِثْلِ هَذَا التَّصَادُمِ عِنْدَمَا أُغْلِقَ الْمُحِيطُ الْقَدِيمُ
السَّابِقُ لِأَطْلَنْطِي . وَبَعْدَ التَّصَادُمِ وَبِنَاءِ الْجِبَالِ اسْتَأْنَفَ قَاعُ الْبَحْرِ امْتِدَادَهُ وَبَدَأَ بِبُطْءٍ تَكُونُ الدُّحِيطِ
الْأَطْلَنْطِي الْحَالِي .

جِبَالُ تَكُونَتْ بِالْإِنْزِلَاقِ



عِنْدَمَا يَصْطَدِّمُ لَوْحُ قَارَتِي بِلَوْحٍ مُحِيطِي فَإِنَّ اللَّوْحَ الْمُحِيطِي ... بِاعْتِبَارِهِ الْأَكْثَفَ — يَنْزَلِقُ تَحْتَ اللَّوْحِ
الْقَارَتِي وَيُسَمَّى ذَلِكَ تَقَارُبًا انْزِلَاقِيًا . وَالْقُوَى الْأَفْقِيَّةُ الْكَبِيرَةُ النَّاتِجَةُ عَنْ هَذَا التَّصَادُمِ تَرْفَعُ وَتَطْوِي حَوَافَّ
الْقَارَةِ . وَبَيْنَمَا يَنْزَلِقُ اللَّوْحُ الْمُحِيطِي تَحْتَ اللَّوْحِ الْقَارَتِي ، فَإِنَّهُ يُدْفَعُ إِلَى أَعْمَاقٍ أَكْبَرَ وَأَكْبَرَ ، وَأَخِيرًا
يَنْصَهَرُ اللَّوْحُ الْمُحِيطِي عَلَى طُولِ مُقَدَّمَتِهِ . وَهَذِهِ الْمَادَّةُ النَّاتِجَةُ عَنِ الْإِنْصِهَارِ تَشُقُّ طَرِيقَهَا خِلَالَ اللَّوْحِ
الْعُلَوِيِّ الْقَارَتِي ، وَتَكُونُ سَلَاسِلَ بُرْكَانِيَّةً ، مِثْلَ جِبَالِ كَاسْكِيد ، وَمُوتِ سَانْتِ هِيلَنز .

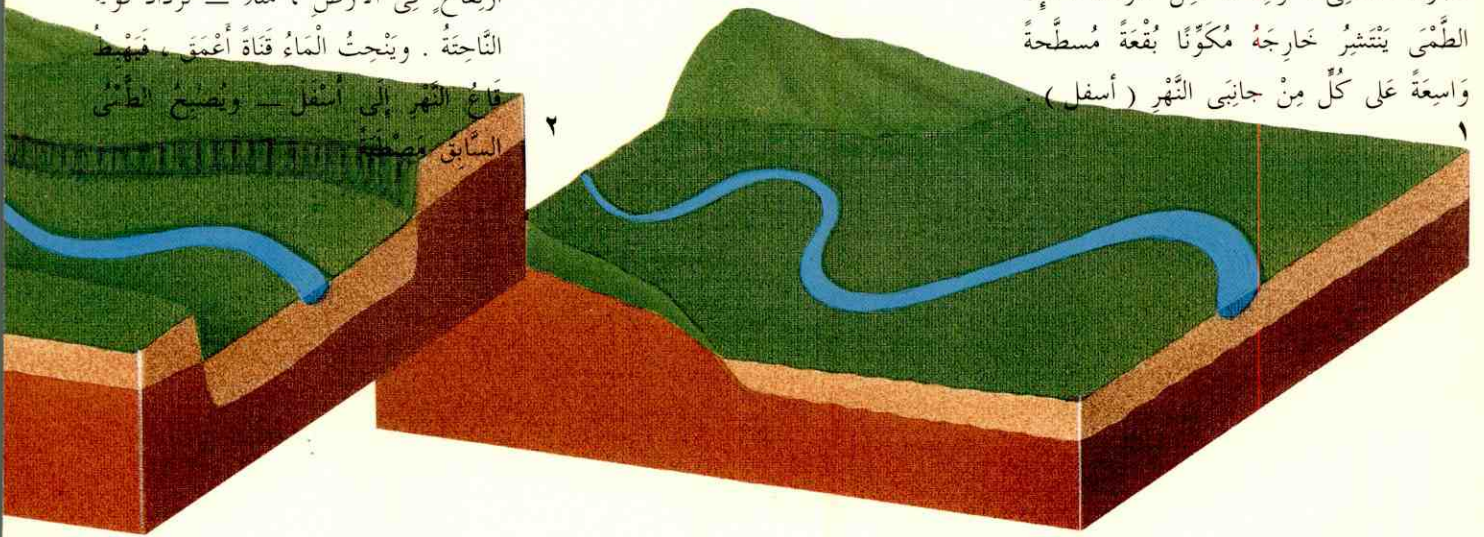
كَيْفَ تَنْشَأُ الْمَصَاطِبُ؟

الطَّمِي ذُو السَّطْحِ الْمُنْبَسِطِ ، وَالْأَعْلَى دَرَجَةً وَاحِدَةً ، يُصْبِحُ شَرْفَةً نَهْرِيَّةً .

وَالْمَصَاطِبُ السَّاحِلِيَّةُ تُشْبِهُ الْمَصَاطِبَ النَّهْرِيَّةَ ، وَلَكِنَّهَا تَتَكَوَّنُ بِالنَّحْتِ وَلَيْسَ بِالْإِرْسَابِ فَعِنْدَمَا يَحْدُثُ هُبُوطٌ فِي مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، وَيُصْبِحُ قَاعُ الْبَحْرِ الْمُنْحَدِرُ الْمَلَاصِقُ لِلشَّاطِئِ مَكْشُوفًا ، فَإِنَّ قَاعَ الْبَحْرِ يُصْبِحُ مَصْطَبَةً سَاحِلِيَّةً . وَتَقُومُ أَمْوَاجُ الْمُحِيطِ بِتَنْعِيمِ مَصْطَبَةٍ وَجَعْلِهَا مُسَطَّحَةً . وَإِذَا جَعَلَتْهَا الْأَمْوَاجُ مَائِلَةً عِنْدَ مَكَانٍ اتَّصَلَهَا بِالْأَرْضِ ، فَقَدْ يَتَكَوَّنُ جُرْفٌ مُنْحَدِرٌ .

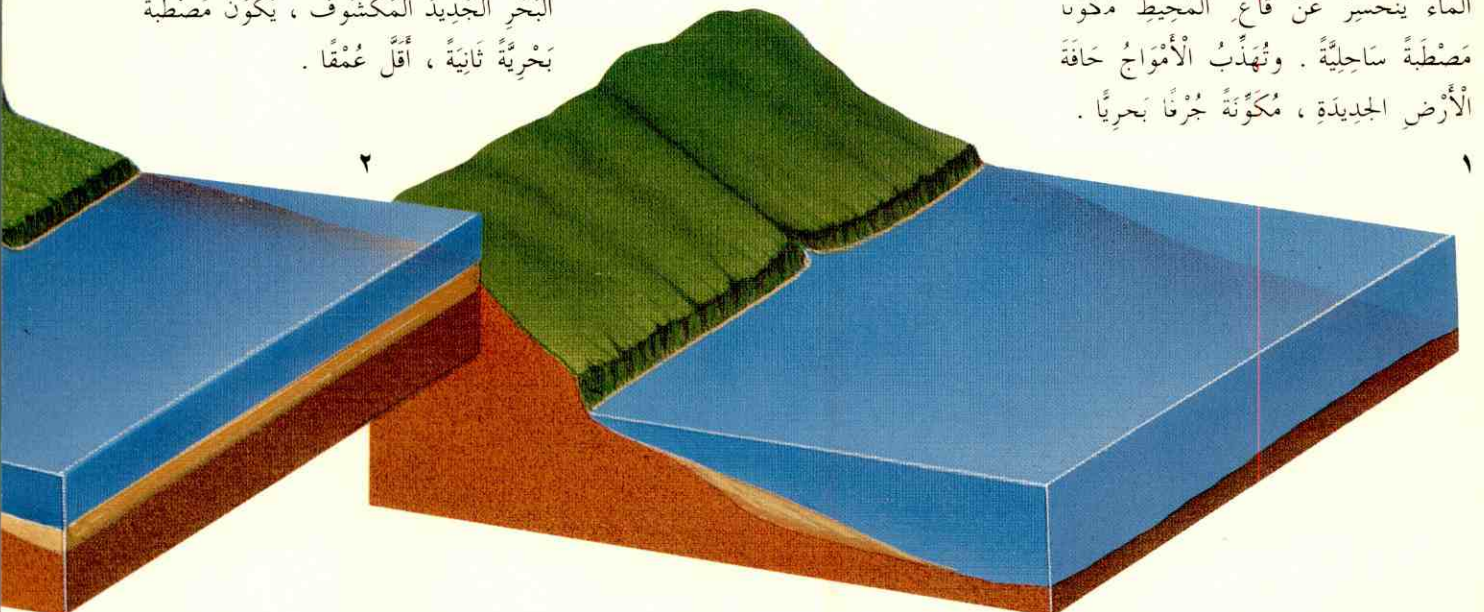
عِنْدَمَا يَسْتَرِدُّ نِيَّارُ النَّهْرِ قُوَّتَهُ — بِسَبَبِ ارْتِفَاعٍ فِي الْأَرْضِ ، مَثَلًا — تَزْدَادُ قُوَّتُهُ النَّاجِيَّةُ . وَيَنْحُتُ الْمَاءُ قَنَاةً أَعْمَقَ ، فَيَهْبِطُ قَاعُ النَّهْرِ إِلَى أَسْفَلِ — وَيُصْبِحُ الطَّمِي السَّابِقُ مَصْطَبَةً

نَحْتُ مَصْطَبَةٍ نَهْرِيَّةٍ يَنْحُتُ النَّهْرُ الطَّمِيَّ أَوْ الرُّوَاسِيَّ وَيُحْمَلُ إِلَى مَجْرَاهُ السُّفْلَى . وَعِنْدَمَا تَقِلُّ سُرْعَتُهُ ، فَإِنَّ الطَّمِيَّ يَنْتَشِرُ خَارِجَهُ مُكَوِّنًا بُقْعَةً مُسَطَّحَةً وَاسِعَةً عَلَى كُلِّ مِنْ جَانِبَيْ النَّهْرِ (أَسْفَلِ) .



وَعِنْدَمَا يَنْخَفِضُ سَطْحُ الْبَحْرِ ثَانِيَةً — خِلَالَ عَصْرِ جَلِيدِيٍّ ، مَثَلًا — فَإِنَّ قَاعَ الْبَحْرِ الْجَدِيدَ الْمَكْشُوفَ ، يُكَوِّنُ مَصْطَبَةً بَحْرِيَّةً ثَانِيَةً ، أَقْلَ عُمُقًا .

صُنْعُ مَصْطَبَةٍ سَاحِلِيَّةٍ الْهُبُوطُ فِي مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ يَجْعَلُ الْمَاءَ يَنْحَسِرُ عَنْ قَاعِ الْمُحِيطِ مُكَوِّنًا مَصْطَبَةً سَاحِلِيَّةً . وَتُجَذِّبُ الْأَمْوَاجُ حَافَةَ الْأَرْضِ الْجَدِيدَةِ ، مُكَوِّنَةً جُرْفًا بَحْرِيًّا .



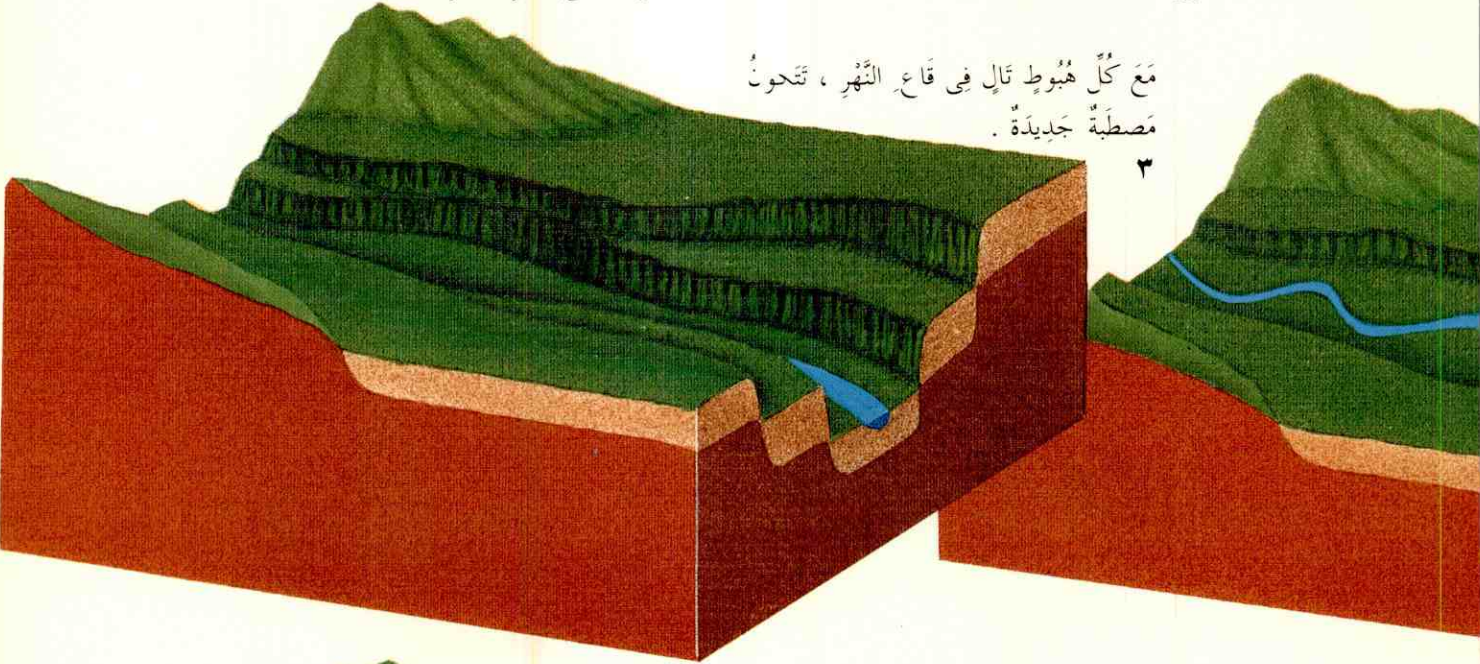


سَاحِلُ جَزِيرَةِ سَادُو اليابانية ذو مُصَاطِبٍ ، يُوضِّحُ أثرَ الهُبُوطِ
المتكرِّرِ لِسَطْحِ مَآءِ البَحْرِ .

تَرْفَعُ المَصَاطِبُ النَّهْرِيَّةُ تَدْرِيجِيًّا عَلَى جانِبَيْ نَهْرِ كَاتَاتسِيَا فِي
اليابان ، وتُظْهِرُ المَزَارِعُ الحَضْرَاءُ المُرَبَّعةَ .

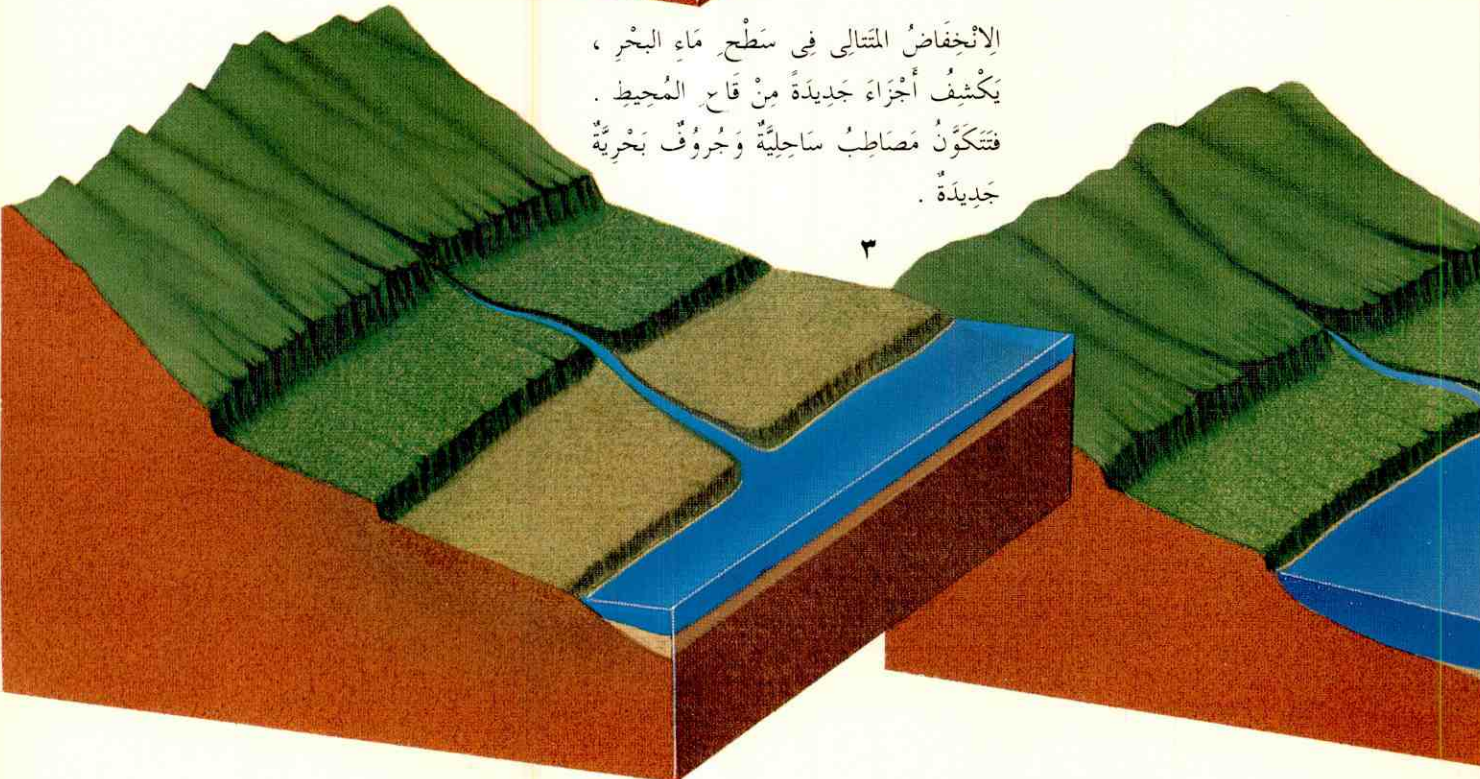
مَعَ كُلِّ هُبُوطٍ تَأَلُّ فِي قَاعِ النَّهْرِ ، تَتَحَوَّنُ
مَصْطَبَةٌ جَدِيدَةٌ .

٣



الانخفاضُ المتتالي في سَطْحِ مَآءِ البَحْرِ ،
يَكْشِفُ أَجْزَاءَ جَدِيدَةٍ مِنْ قَاعِ المُحِيطِ .
فَتَتَكَوَّنُ مَصَاطِبُ سَاحِلِيَّةٌ وَجُرُوفٌ بَحْرِيَّةٌ
جَدِيدَةٌ .

٣



هل يمكن أن يغزو البحر اليابسة؟



هذا المزيج من المداخل والجُزر، يُمثّل نموذجًا لَوادٍ غارقٍ .

التغيّر المفاجئ أو التدريجي في القشرة الأرضية ، أو في حجم المحيطات ، قد يرفع مستوى البحر في منطقة ساحلية ، فيغمر المحيط اليابسة ، وينشئ شاطئًا جديدًا . وهيئة الساحل المعدّل من خلجانٍ وشرومٍ ومداخلٍ وأشباه جزرٍ وفجواتٍ تتحدّد بشكل الأرض قبل غزو البحر لها .

عندما يغمّر البحر منطقة تلال قليلة الانحدار ، تنتج وديان غارقة تتوسطها جزر ، ويحفّ بها مداخل وشروم مثل شرم ثيسايليك . وهناك نوع آخر من الوديان الغارقة تنتج شواطئ قمعية (ريا) عندما تبدأ مياه البحر في غمر الحواف شديدة الانحدار العمودية على الشاطئ . فتصبح الحواف أشباه جزرٍ تشبه الأصابع وجزرًا ، بينما يتحوّل الوادي إلى مداخل طويلة تشبه القمع .

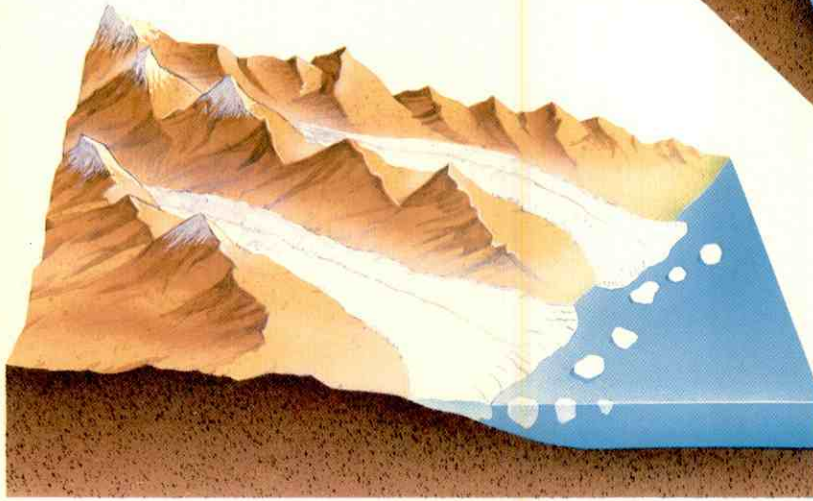
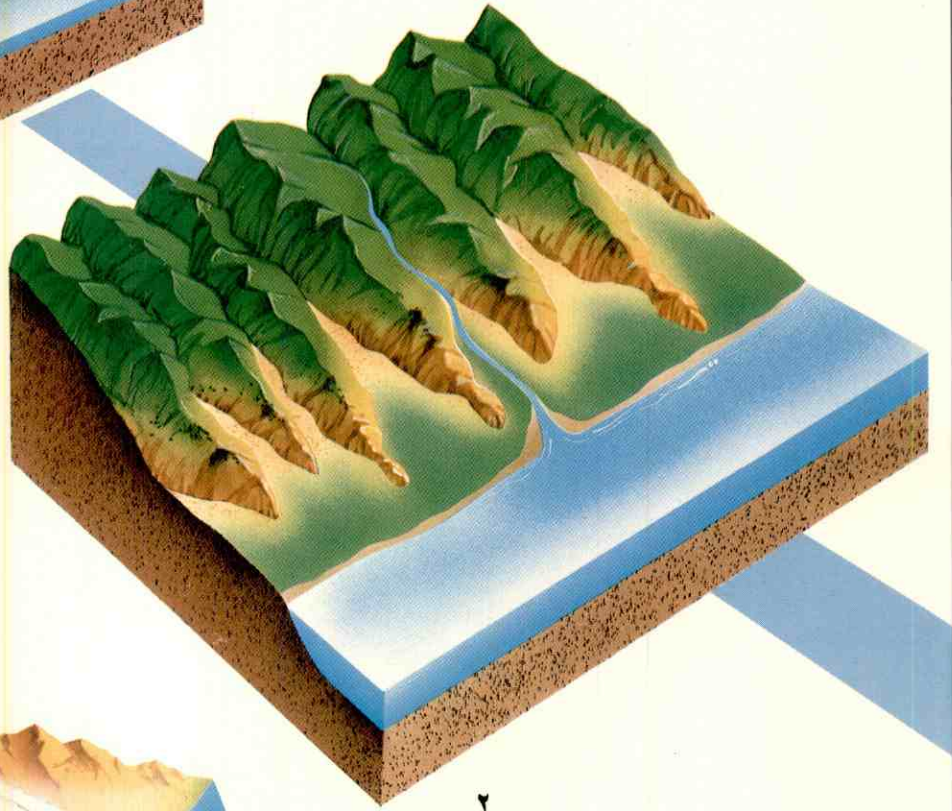
وحيث تكون الحافات الجبلية موازية للبحر ، فإنّ طغيان البحر ينتج ساحلًا دلماشيًا ، مثل ساحل البوسنة ، حيث يحوّل الماء المرتفع الوديان إلى ألسنة بحرية ، والحافات إلى جزرٍ طويلة ضيقة . ويولد الفيورد عندما يملأ البحر واديًا على شكل U نحتته المثلجات .



الشاطئ القمعي (الريا)
(أعلى) يتميّز بمداخل عميقة مستدقة الأطراف تتبادل مع أصابع طويلة من الأرض .

كيف يعرف الساحل

يبدأ الشاطئ القمعي كساحل — له حافات شديدة الانحدار ، وعمودية على الشاطئ (١) . وعندما يرتفع البحر ، تغزو المياه الوديان (٢) ، مكونة مداخل عميقة بين أشباه جزرٍ ضيقة ، وجزر .



تكون الفيورد

عِنْدَ انْزِلَاقِ التَّلَاجِبِ إِلَى الْبَحْرِ ، تَحْفِرُ
وَدْيَانًا عَلَى شَكْلِ U لَهَا جَوَانِبُ رَاسِيَّةٌ
عَالِيَةٌ (أَعْلَى) . فَإِذَا مَلَأَ مَاءُ الْبَحْرِ
الْوَدْيَانَ ، فَإِنَّهُ يُحَوَّلُهَا إِلَى فَيُورْدَاتٍ .

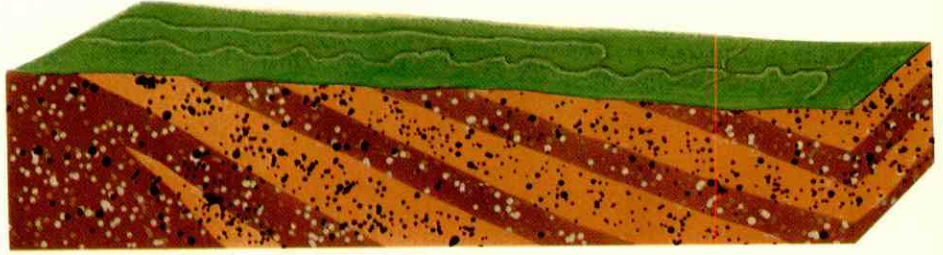
ساحل الترويج الأفغواني :

يَنْتَشِرُ عَلَى طُولِ سَاحِلِ التَّرَوِيجِ ذِي
الْمَصَاطِبِ الْبَحْرِيَّةِ ، فَيُورَدَاتٍ مِثْلَ هَذِهِ
(يَمِين) . وَإِذَا فُرِدَتْ جَمِيعُ فَيُورْدَاتِ
التَّرَوِيجِ بِجَانِبِ بَعْضِهَا ، فَإِنَّ سَاحِلَ
التَّرَوِيجِ الَّذِي يَصِلُ إِلَى ١٢٣٨ مِيلًا
طَوْلًا ، سَيُصْبِحُ طَوْلُهُ أَكْثَرَ مِنْ ٨٠٠٠
مِيلٍ .

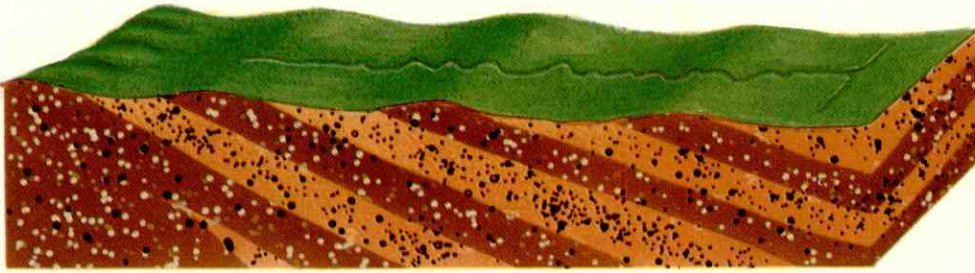


مَا هِيَ الْكُوَيْسَتَا؟

١ - شَرِيحَةٌ مِنَ الْأَرْضِ (يَمِين)
قَابِلَةٌ لِلْإِرْتِفَاعِ لِتَكُونَ الْحَافَاتِ
الْمُنْحَفِضَةَ الْمَسْمَاةَ كُوَيْسَتَا .
وَيُظْهَرُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ عَلَى
التَّبَادُلِ مَجْمُوعَاتٍ مِنَ الصُّخُورِ
الضَّعِيفَةِ وَالْقَوِيَّةِ الَّتِي تَمِيلُ حَوَالَى
٥١٥ أَوْ أَقْل .

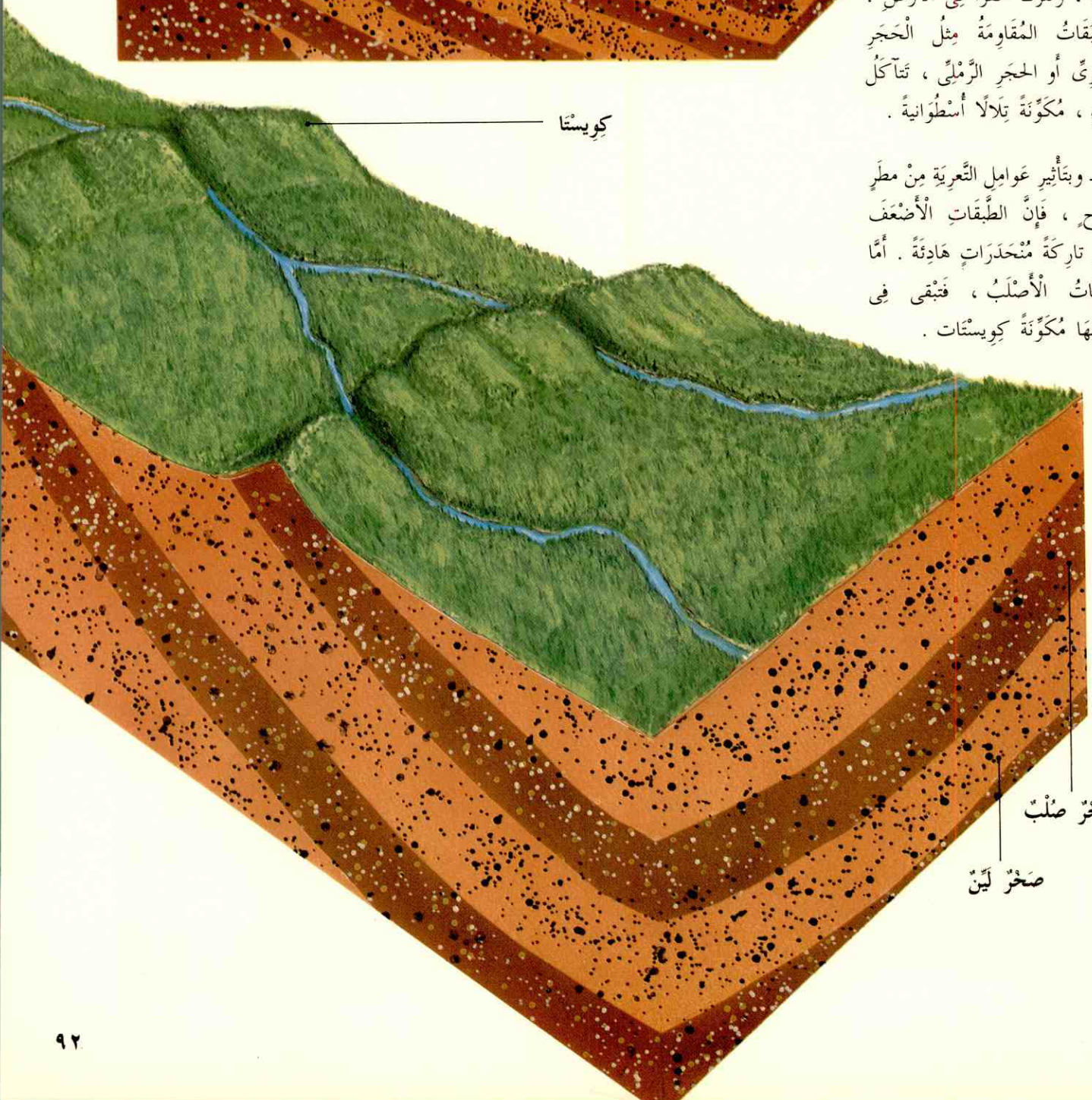


٢ - الطَّبَقَاتُ الصَّخْرِيَّةُ
الْأَضْعَفُ - مِنَ الصَّلْصَالِ أَوْ الطِّينِ
الصَّفْحِيِّ مَثَلًا - تَتَأَكَّلُ بِسُرْعَةٍ
نِسْبِيًّا ، وَتَتْرَكُ حُفْرًا فِي الْأَرْضِ .
وَالطَّبَقَاتُ الْمُقَاوِمَةُ مِثْلَ الْحَجَرِ
الْجَبْرِ أَوْ الْحَجَرِ الرَّمْلِيِّ ، تَتَأَكَّلُ
بِطَءٍ ، مُكَوِّنَةً تِلَالًا أُسْطُوَانِيَّةً .



كُوَيْسَتَا

٣ - وَبِتَأْثِيرِ عَوَامِلِ التَّعْرِيزِ مِنْ مَطَرٍ
وَرِيَّاحٍ ، فَإِنَّ الطَّبَقَاتِ الْأَضْعَفَ
تَنْهَارُ تَارِكَةً مُنْحَدِرَاتٍ هَادِئَةً . أَمَّا
الطَّبَقَاتُ الْأَصْلَبُ ، فَتَبْقَى فِي
أَمَاكِنِهَا مُكَوِّنَةً كُوَيْسَتَا .



صَخْرٌ صَلْبٌ

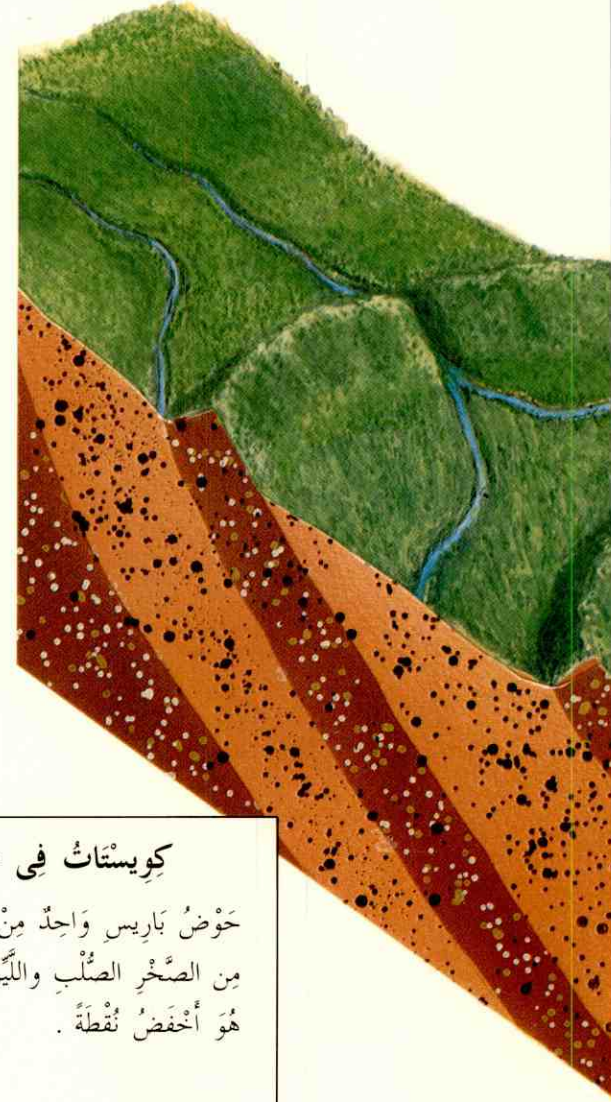
صَخْرٌ لَيِّنٌ

تضاريس سطح الأرض تشبه تضاريس تمثال ، فهي تتوقف على قوة التحت ، ونوع المادة المنحوتة . وعندما تكون القوة هي عوامل التآكل ، والمادة تتركب من طبقات مائلة من الصخور الرسوبية ، فإن المنظر الناتج يكون حافات طويلة ضيقة متوازية تسمى كويستات . والكويستات لها منظر جانبي مميز . فأحد جانبيها شديد الانحدار ، والجانب الثاني هين الانحدار . ويرجع شكل

الحافة الطبقات الصخرية المتبادلة تحتها ، والتي تقاوم التآكل بدرجات مختلفة . والكويستات نفسها تتكون من طبقة صخرية شديدة المقاومة للتآكل . وتوجد وسط هذه الطبقة طبقات صخرية أكثر ليونة ، وقد تآكلت هذه الطبقات لتكون ودياناً بين الحافات . والكويستات تميز صفحة الأرض في جنوب غربى الولايات المتحدة ، وسواحل الأطلنطي وخليجان الولايات المتحدة ، وجنوب شرق إنجلترا ، وحوض باريس .

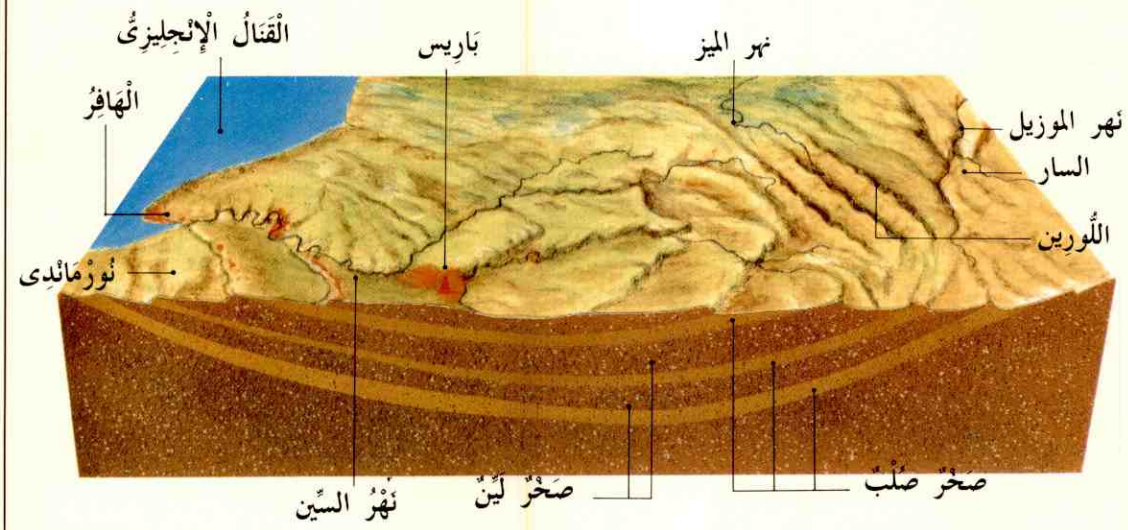


تكوينات كويستات تحت مزارع دروجية في نورماندى .



كويستات فى حوض باريس

حوض باريس واحد من أكبر تكوينات الكويستات ، حيث يوجد أنصاف دوائر متبادلة من الصخر الصلب واللين تركت شكلاً من الحافات المركزية والوديان . ويكون المركز هو أخفض نقطة .





شَقَى الْأَخْدُود

نَهْرُ كَلُورَادُو الْقَدِيمُ

نظام صرف هُولَايِي

هَضْبَةُ كِيَاب

نَهْرُ كَلُورَادُو

هَضْبَةُ كِيَاب

١ - مُنْذُ ٦٥ مِلْيُونِ سَنَةٍ بَدَأَتْ هَضْبَةُ كَلُورَادُو فِي الارتفاعِ
فَوْقَ الْمُسْتَوَى الْمُحِيطِ بِهَا . وَقَبْلَ ذَلِكَ الْوَقْتِ كَانَتْ فِي
مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، وَيُعْطِيهَا أَوَّلًا صَحْرَاءُ ، ثُمَّ مُنْذُ أَكْثَرِ مِنْ
٢٥٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ ، كَانَ يُعْطِيهَا بَحْرٌ دَاخِلِيٌّ دَافِيٌّ .

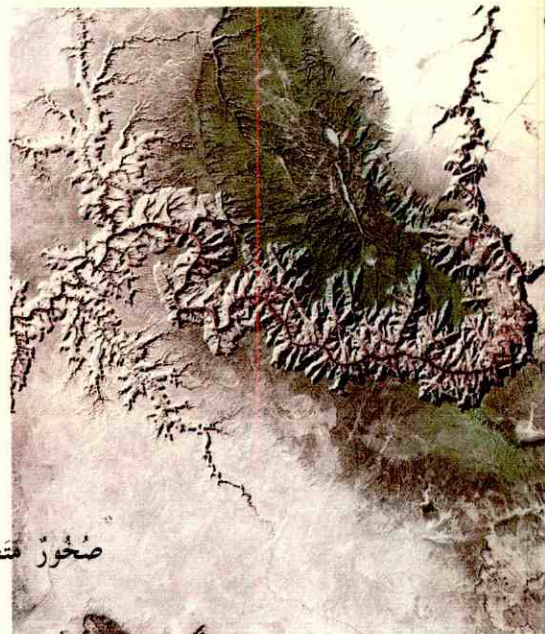
٢ - وَأَثْنَاءَ ارتفاعِ هَضْبَةِ كَلُورَادُو دُفِعَ نَهْرُ كَلُورَادُو
عَبْرَ هَضْبَةِ كِيَاب . وَنَتِيجَةً لَذَلِكَ ، اِتَّصَلَ مَجْرَى
النَّهْرِ بِنِظَامِ صَرْفِ هُولَايِي ، مُنشَأَ الْمَجْرَى الْحَالِي
لِنَهْرِ كَلُورَادُو .



نَهْرُ كَلُورَادُو يَلْوِيهِ الْأَجْزَاءُ بِخِفَرِ أَرْضِ
الْوَادِي الْأَخْدُودِي الْعَظِيمِ ، وَهُوَ مُحْمَلٌ
بِالرُّواسبِ النَّاتِجَةِ عَنِ النَّحْتِ (أَعْلَى) . وَإِلَى
الْيَسَارِ مَنْظَرٌ مِنَ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ لِمِنْطَقَةِ
الْخَانِقِ .

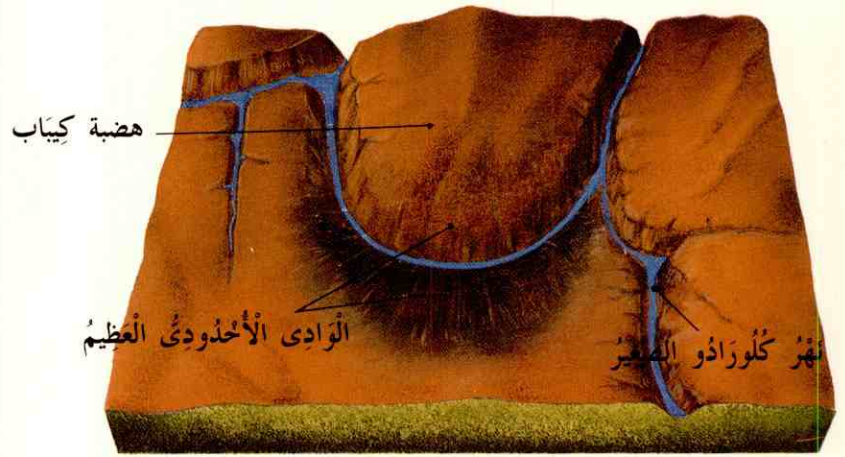
٤ - فِي الْوَقْتِ الْحَالِي أَصْبَحَ عَرْضُ
الْوَادِي الْأَخْدُودِي الْعَظِيمِ ١٨ مِيلًا ،
وَعُمُقُهُ مِيلًا وَاحِدًا . وَيَتَرَاوَحُ عُمُرُ طَبَقَاتِهِ
الصَّخْرِيَّةِ مِنْ ٢٥٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ عِنْدَ الْقِمَّةِ
إِلَى ٢ مِلْيُونِ سَنَةٍ عَلَى الْقَاعِ .

مَجْمُوعَةُ تُونْتُو	حَجَرٌ جَبْرِي كِيَاب
مَجْمُوعَةُ أَنْكَار	حَجَرٌ زَمْلِي كوكِلِينُو
صُخُورٌ مُتَحَوِّلَةٌ وَنَارِيَّةٌ أَقْدَمُ	تَكْوِينُ سَوِي
حَجَرٌ جَبْرِي رَدُوول	

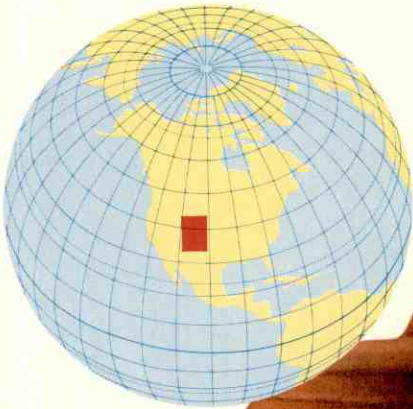


الوادي الأخدودي العظيم؟

منذ حوالي ٦٥ مليون سنة لم يكن الوادي الأخدودي العظيم بهذا الحجم . وكان في موضعه هضبة كلورادو ، وهي كتلة ارتفاعها ١,٥ ميل وتغطي أجزاء مما تشغله اليوم كلورادو ، ويوتا ، وأريزونا ، ويومكسيكو . بدأ نهر كلورادو القوي عمله على هذا السهل القاحل . وشق طريقه إلى أسفل خلال الصخور بالقوة الحائلة لمائه المحمل بالحصى والرمل ، وأنشأ أخدوداً اتسع عندما هاجمت الرياح والأمطار والثلوج جذرائه . واليوم ، تقدم هضبة كلورادو وواديها الأخدودي استعراضاً للتاريخ الجيولوجي للأرض . فعلى جدران الخانق ترى شواهد جيولوجية من البراكين والصحاري والديناصورات والبحار الداخلية القديمة . وأدنى طبقة ظاهرة تحتوى صخوراً متحولة ونارية قديمة دون حياة ، بعضها عمره بليون سنة .



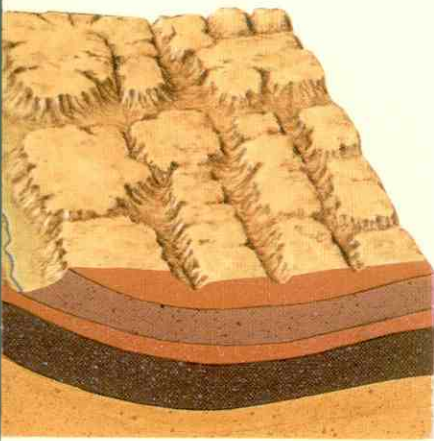
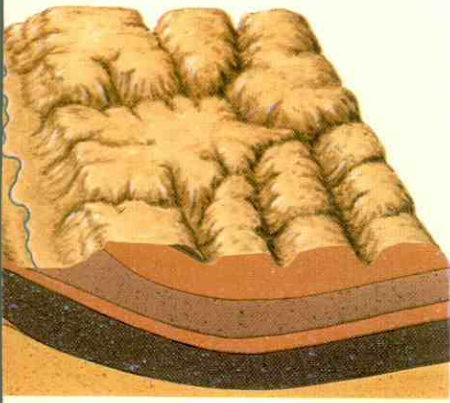
٣ — وبمساعدة عوامل تعرية متنوعة — الشمس ، والرياح ، والمطر ، والثلج ، والجليد ، وحتى قوة جذور النباتات في اختراق الصخور — استغرق نهر كلورادو ملايين السنين لينحت الوادي الأخدودي العظيم .



كَيْفَ تَكُونَتْ جِبَالُ الْأَبْلَاشِ؟

مُنْذُ حَوَالِي ٣٠٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ حَدَثَ تَصَادُمٌ قَارِئِي بَيْنَ أَمْرِيكََا الشَّمَالِيَّةِ الَّتِي قَرَعَتْ بِيْطْءِ أُوْرُوْبَا ثُمَّ أَفْرِيقِيَا ، وَأَعْطَى هَذَا التَّصَادُمُ ضَعْفًا هَائِلًا لِجِبَالِ الْأَبْلَاشِ الَّتِي كَانَتْ قَدْ بَدَأَتْ تَتَكَوَّنُ قَبْلَ ذَلِكَ بِحَوَالِي ٢٠٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ . وَالْحَرَارَةُ وَالضَّعْطُ الْمُتَوَلِّدَانِ عَنْ هَذَا التَّصَادُمِ دَفَعَا سِلْسِلَةً كَثِيفَةً مِنَ الصُّخُورِ الرَّسُوِيَّةِ إِلَى الِارْتِفَاعِ ، وَالتَّوَى سَطْحُ الْأَرْضِ إِلَى سِلْسِلَةِ جِبَالٍ تَرْتَفِعُ عَشْرَاتِ آلَافٍ مِنَ الْأَقْدَامِ .

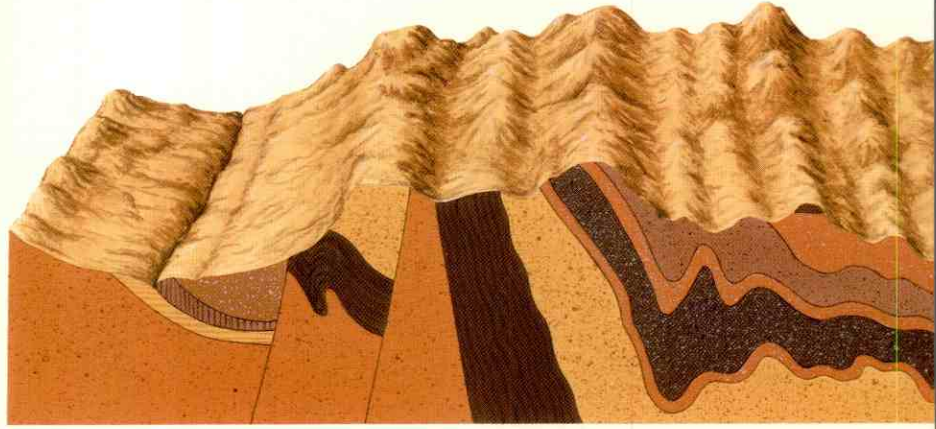
وَعَلَى مَدَارِ أُلُوفِ السِّنِينَ التَّالِيَةِ جَدَّدَ التَّآكُلُ الدَّفْعَ لِأَعْلَى ، وَاسْتَمَرَّتْ عَوَامِلُ التَّعْرِيةِ فِي تَشْكِيلِ الْجِبَالِ إِلَى شَكْلِهَا الْحَالِي ، سِلْسِلَةُ طُولُهَا ١٦٠٠ مِيلَ تَمْتَدُّ مِنْ نِيُوفُونْدَلَانْدِ عِبْرَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الشَّرْقِيَّةِ وَفِي وَسْطِ أَلَابَامَا . وَتُعْتَبَرُ هَذِهِ السِّلْسِلَةُ الْيَوْمَ مِنْ أَكْثَرِ السَّلَاسِلِ الْجَدِيدَةِ بِالْدَّرَاسَةِ عَلَى وَجْهِ الْأَرْضِ ، وَتَرْهُو بِقَسَمَاتِهَا الْجُغْرَافِيَّةِ الْعَدِيدَةِ الْمُمَيَّزَةِ الَّتِي مِنْهَا شَبَكَةٌ مِنْ كُهُوفِ الْحَجَرِ الْجَبْرِ الَّتِي تَتَخَلَّلُ الْأَرْضَ تَحْتَ وَسْطِ وَجُوبِ جِبَالِ الْأَبْلَاشِ . وَأَطْوَلُ قِمَّةٍ فِي هَذِهِ السِّلْسِلَةِ هِيَ مُونْتِ مِيْتَشِيلِ فِي نُورْتِ كَارُولِينَا ، وَارْتِفَاعُهَا ٦٦٨٤ قَدَمًا .



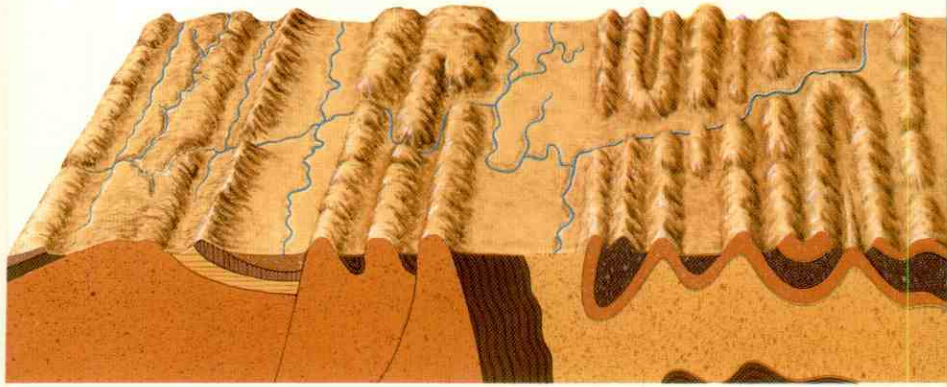
تُعْطَى الْأَشْجَارُ النَّفْضِيَّةُ مُعْظَمَ جِبَالِ الْأَبْلَاشِ بِمَنْظَرٍ بَانُورَامَا خَرِيفِيَّةٍ مِثْلَ هَذَا الْمَنْظَرِ فِي نُورْتِ كَارُولِينَا .

تاريخ سلسلة جبلية

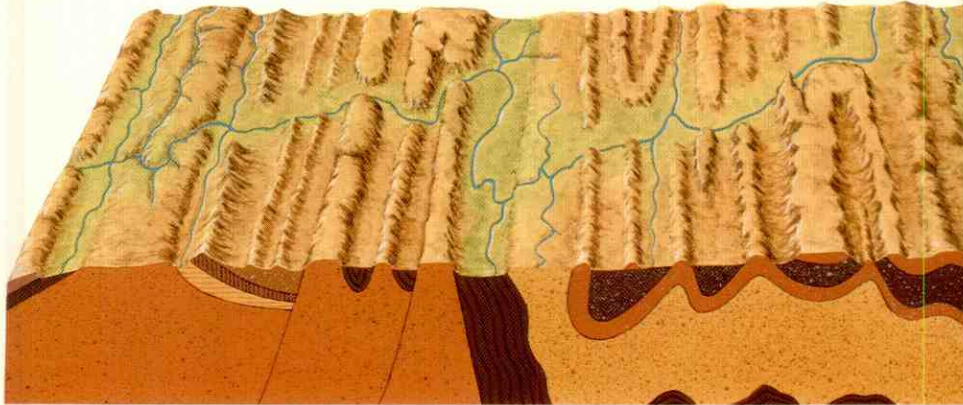
بدأ تكون جبال الألب منذ ٥٠٠ مليون سنة .
انفصلت القارات ، ثم عادت لتتصادم بعضها
البعض مولدة حرارة وضغطاً متزايداً في الأرض .
وأخيراً أدت قوى هذه التصادمات إلى تجعّد
القشرة الأرضية وارتفاعها إلى سلسلة جبال
مشابهة لجبال الألب اليوم .



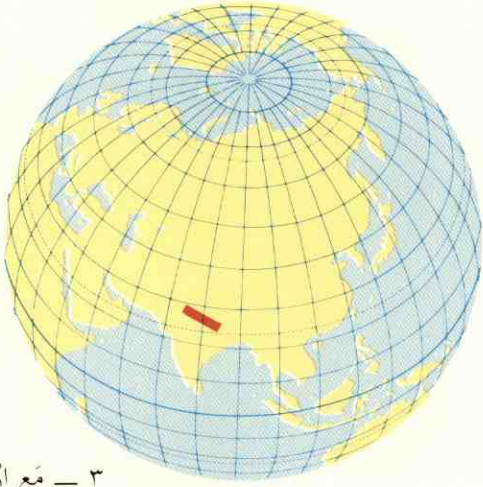
وتآكلت الطبقات الصخرية الضعيفة بفعل
التعرية ، وظلت الطبقات القاسية كما هي .
وتكشف قاع صخري يتفق مع الطبقات الأصلية .



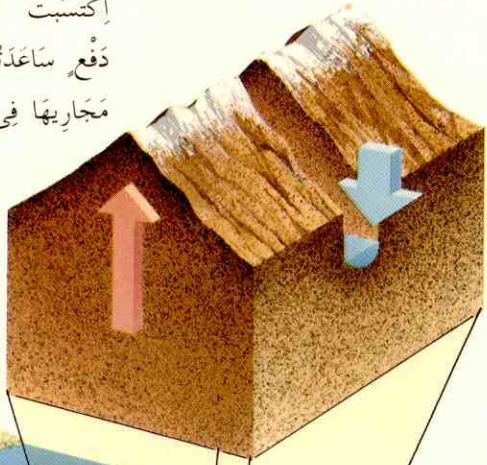
وفي الوقت الحالي ، تستمر قوى التآكل في
نحت الحافات اللينة من جبال الألب ، فتهدّب
الهضبة ، وتوسع الوادي .



لِمَاذَا تَخْتَرِقُ الْأَنْهَارُ جِبَالَ الْهِمَالَايا؟



٣ - مع ارتفاع الجبال
اكتسبت الأنهار قوة
دفع ساعدتها في تعميق
مجاريتها في الجبال .



تصادم القارات

دفع لأعلى

تعرية

انتهت رحلة مُحيط بِضَجَّة عَنيفَةٍ عِنْدَمَا حَدَثَتْ مُنْذُ ٤٠ إلى ٦٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ ، وَهَاجَرَتْ فِيهَا الْهِنْدُ عَبْرَ الْبَحْرِ مِنْ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ لِتَصْدِمَ السَّاحِلَ الْجَنُوبِيَّ لِأَوْرَاسِيَا . وَرَغْمَ أَنَّ التَّصَادُمَ اسْتَعْرِقَ مِلَايِينَ السِّنِينَ ، إِلَّا إِنَّهُ حَدَثَ بِقُوَّةٍ هَائِلَةٍ أَدَّتْ إِلَى ارْتِفَاعِ سِلْسِلَةِ جِبَالِ هِي الْهِمَالَايا الَّتِي هِيَ ٣٠ قِمَّةً تَعْلُو عَلَى ٢٤٠٠٠ قَدَمٍ .

وَمِنْ هَذِهِ الْقِمَمِ أَعْلَى قِمَّةٍ فِي الْعَالَمِ وَهِيَ قِمَّةُ إيفرست عَلَى ارْتِفَاعِ ٢٩٠٢٨ قَدَمًا .

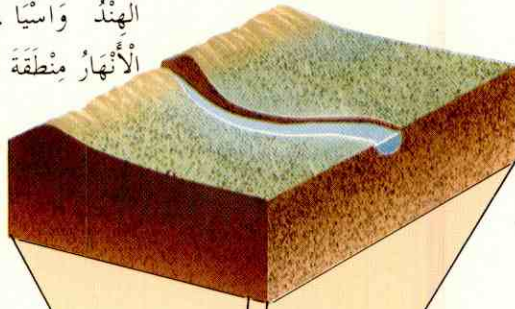
وَعَادَةً ، فَإِنَّ الْجِبَالَ الضَّخْمَةَ كَالْهِمَالَايا تُجْبِرُ الْأَنْهَارَ عَلَى السَّرْيَانِ مُوَازِيَةً لَهَا وَلَيْسَ عَمُودِيًّا عَلَيْهَا . وَلَكِنَّ مُعْظَمَ أَنْهَارِ هَذِهِ الْمُنْطَقَةِ اكْتَمَلَ تَأْسِيسُهَا قَبْلَ ارْتِفَاعِ الْجِبَالِ ، مِثْلُ أَنْهَارِ بَرَاهْمَا بِتْرَا وَالسِّنْدِ وَسُوْتِيلِج . وَكَانَ ارْتِفَاعُ الْجِبَالِ بَطْنًا ، فَاسْتَمَرَّتِ الْأَنْهَارُ فِي حَفْرِ مَجَارِهَا أثنَاءَ تَزَايُدِ الْارْتِفَاعِ . وَقَدْ اكْتَسَبَتْ بَعْضُ الْأَنْهَارِ كَمِيَّةَ حَرَكَةٍ أَكْبَرَ مَعَ ارْتِفَاعِ الْجِبَالِ . وَهَكَذَا ثَمَّ ارْتِفَاعُ الْجِبَالِ وَتَعْمِيقُ وَذِيَانِ الْأَنْهَارِ جَنَبًا لْجَنَبٍ . وَبَدَتْ جِبَالُ الْهِمَالَايا كَأَنَّ لَهَا نِظَامًا مُتَطَوِّرًا كَامِلًا مِنَ الْأَنْهَارِ ذَاتِ الْمَجَارِي الْعَمِيقَةِ الَّتِي تَخْتَرِقُ الْجِبَالَ .

الهِمَالَايَا فِي الْوَقْتِ الْحَالِي

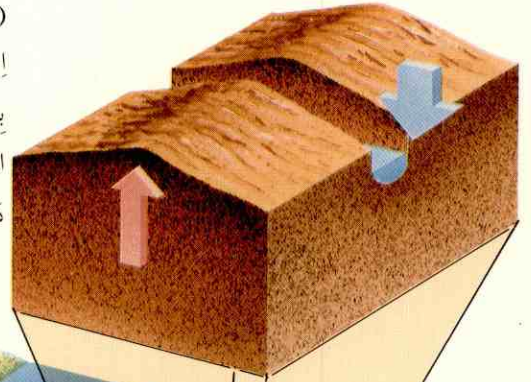
تَتَكُونُ الهيمالايا مِنْ عِدَّةِ سَلَاسِلَ جَبَلِيَّةٍ . وَتُعَانِقُ سِلْسِلَتَانِ مُتَوَازِيَتَانِ تَقْرِيبًا ، وَادِيًا طَوْلُهُ ١٥٠٠ مِيلَ يَجْرِي فِيهِ نَهْرُ السِّنْدِ مِنَ الشَّرْقِ إِلَى الْغَرْبِ ، وَنَهْرُ بُرَاهْمَاتِرا مِنَ الْغَرْبِ إِلَى الشَّرْقِ . وَيَزْدَادُ ارْتِفَاعُ الهيمالايا بِمِقْدَارِ بُوصَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ خَمْسِ سَنَوَاتٍ .



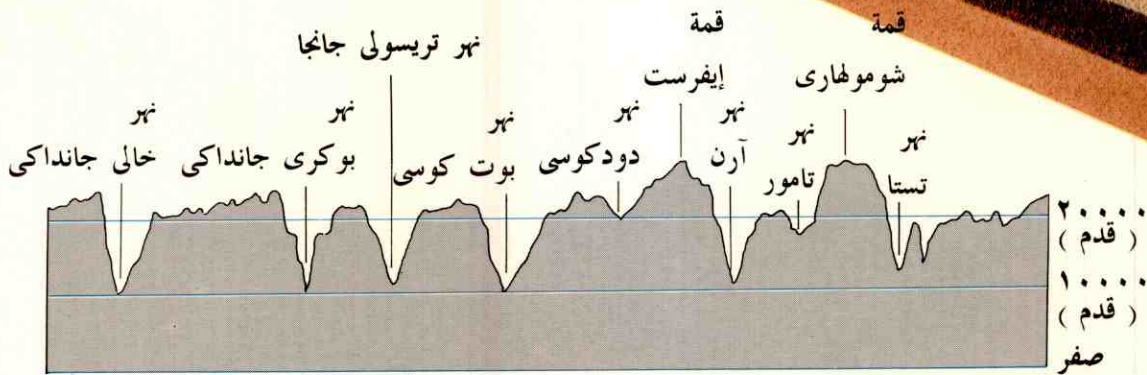
١ - عِنْدَمَا اصْطَدَمَتِ الْهِنْدُ وَأَسِيَا ، تَخَلَّتِ الْأَنْهَارُ مِنْطَقَةَ التَّصَادُمِ .



٢ - وَالْجِبَالُ تَرْتَفِعُ (السَّهْمُ الْأَحْمَرُ) ، اِحْتَفَظَتْ الْأَنْهَارُ بِمَوْقِعِهَا وَهِيَ تَحْفِرُ الْوُدْيَانَ (سَهْمُ الْأَزَقِ) دَاخِلَهَا .



تَقْطَعُ الْهيمَالَايَا مَجَارِيَ أَنْهَارٍ كَثِيرَةٍ . وَتَتَرَاوَحُ الْمَجَارِي عَرْضًا مِنْ ٦ إِلَى ٣٠ مِيلًا ، وَعُمْقًا مِنْ ٥٠٠٠ إِلَى ١٦٠٠٠ قَدَمٍ .



١٢٥ ميلا

6 المناخ أحد قوى التغيير

تَحْرُكُ الطَّاقَةُ الشَّمْسِيَّةُ تِيَارَاتِ الرِّيحِ وَالْمُحِيطُ فَتُجْتَازُ الْأَرْضَ ذَهَابًا وَإِيَابًا ، لِشَكْلِ بَيْتِهَا . فَفِي الْمَنَاطِقِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ تُحْدِثُ الْمَطَرُ الْغَرِيرَ وَالذَّفءُ طُولَ الْعَامِ ، وَفِي الْقُطْبَيْنِ تُحْدِثُ شِتَاءً دَائِمًا . وَفِي الْأَرْضِ الْوَاقِعَةِ بَيْنَ هَاتَيْنِ الْمِنْطَقَتَيْنِ ، تُحْدِثُ التِّيَارَاتُ أَنْوَاعَ الْمَنَاحِ الْمُتَنَوِّعَةِ مِنَ الصَّحَرَاءِ وَالْغَابَاتِ إِلَى الْمَرَاعِي وَالتَّنَدُرَا .

وَالْمُكَوَّنَاتِ التَّوَامُ لِأَيِّ مَنَاحٍ هُمَا دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ وَالْأَمْطَارُ ، وَهُمَا الْمُحَدَّدَانِ لِلنَّبَاتِ الطَّبِيعِيِّ وَطُبُوغَرَفِيَّةِ آيَةِ مَنْطَقَةٍ . فَمَثَلًا ، فِي الْمَنَاطِقِ الْجَبَلِيَّةِ الْوَفِيرَةِ الْمِيَاهِ ، يُسَبِّبُ الْمَاءُ الْمُنْهَمِرُ انْهِيَارَ الصُّخُورِ . وَعَلَى مَدَارِ زَمَنِ أَطْوَلَ ، قَدْ تُسَبِّبُ الْمِيَاهُ الْمُتَجَمِّدَةُ وَالْمُنْصَهَرَةُ شَقَّ الْجَلَامِيدِ الْقَوِيَّةِ . وَتَعْمَلُ الْأَمْطَارُ عَلَى طَحْنِ أَجْزَاءِ الصُّخُورِ لِتُكَوِّنَ التُّرْبَةَ . وَفِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي تَنْقُصُهَا الْمِيَاهُ ، فَإِنَّ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْمُتَقَلِّبَةَ وَالرِّيحَ الْمُسْتَمِرَّةَ تَقُومُ مَعًا بِتَشْكِيلِ صَفْحَةِ الْيَابِسَةِ . وَالصُّخُورُ الصَّخْرَاوِيَّةُ اللَّيْنَةُ تَتَحَوَّلُ إِلَى رَمَالٍ تَذَرُوهَا الرِّيحُ ، بِسَبَبِ تَحْمِصِهَا نَهَارًا وَتَجْمِيدِهَا لَيْلًا فَتَسْجَعُدُ . وَتُسْتَسْلِمُ الصُّخُورُ الْمَقَاوِمَةُ بِطَءٍ لِلرِّيحِ الصَّخْرَاوِيَّةِ ، وَتَأْخُذُ أَشْكَالًا رَائِعَةً . حَتَّى الرَّمَالُ نَفْسُهَا فَإِنَّ الرِّيحَ تُشَكِّلُهَا إِلَى حُقُولٍ مُتَمَاوِجَةٍ مِنَ الْكُتُبَانِ الرَّمْلِيَّةِ .

وَالْمَنَاحُ نَفْسُهُ — كَوَسِيطٍ لِهَذِهِ التَّغْيِيرَاتِ الْبَيْئَةِ — يَتَغَيَّرُ عَلَى الْأَرْضِ عَنْهُ فَوْقَ سَطْحِ الْبَحْرِ . وَالْجِبَالُ تَجْعَلُ الرِّيحَ تُفْرِغُ رُطُوبَتَهَا ، فَتُسَبِّحُ أَمْطَارًا مَحَلِّيَّةً . وَفِي الْبَحْرِ ، تُحْصَلُ تِيَارَاتُ الْمُحِيطِ الدَّافِئَةِ عَلَى بَعْضِ الْبُرُودَةِ مِنَ الْمَنَاحِ الشَّمَالِيِّ ، بَيْنَمَا التِّيَارَاتُ الْبَارِدَةُ تُصَرِّفُ بَعْضَ بُرُودَتِهَا إِلَى الْأَرْضِ السَّاحِلِيَّةِ . وَمِنْ خِلَالِ هَذَا الْأَخِذِ وَالْعَطَاءِ ، فَإِنَّ الْأَرْضَ وَالْمَنَاحَ يُنْشِئُ كُلُّ مِنْهُمَا الْآخَرَ .

شَكَّلَتِ الرِّيحُ هَذِهِ الْكُتُبَانَ الرَّمْلِيَّةَ فِي الصَّحَرَاءِ الْكُبْرَى بِمِصْرَ ، وَهَذَا مِثَالٌ عَلَى قُدْرَةِ الْمَنَاحِ عَلَى تَحْوِيلِ وَجْهِ الْأَرْضِ .



مَاذَا يَسَبِّبُ الانْزِلَاقَاتِ الْأَرْضِيَّةَ؟

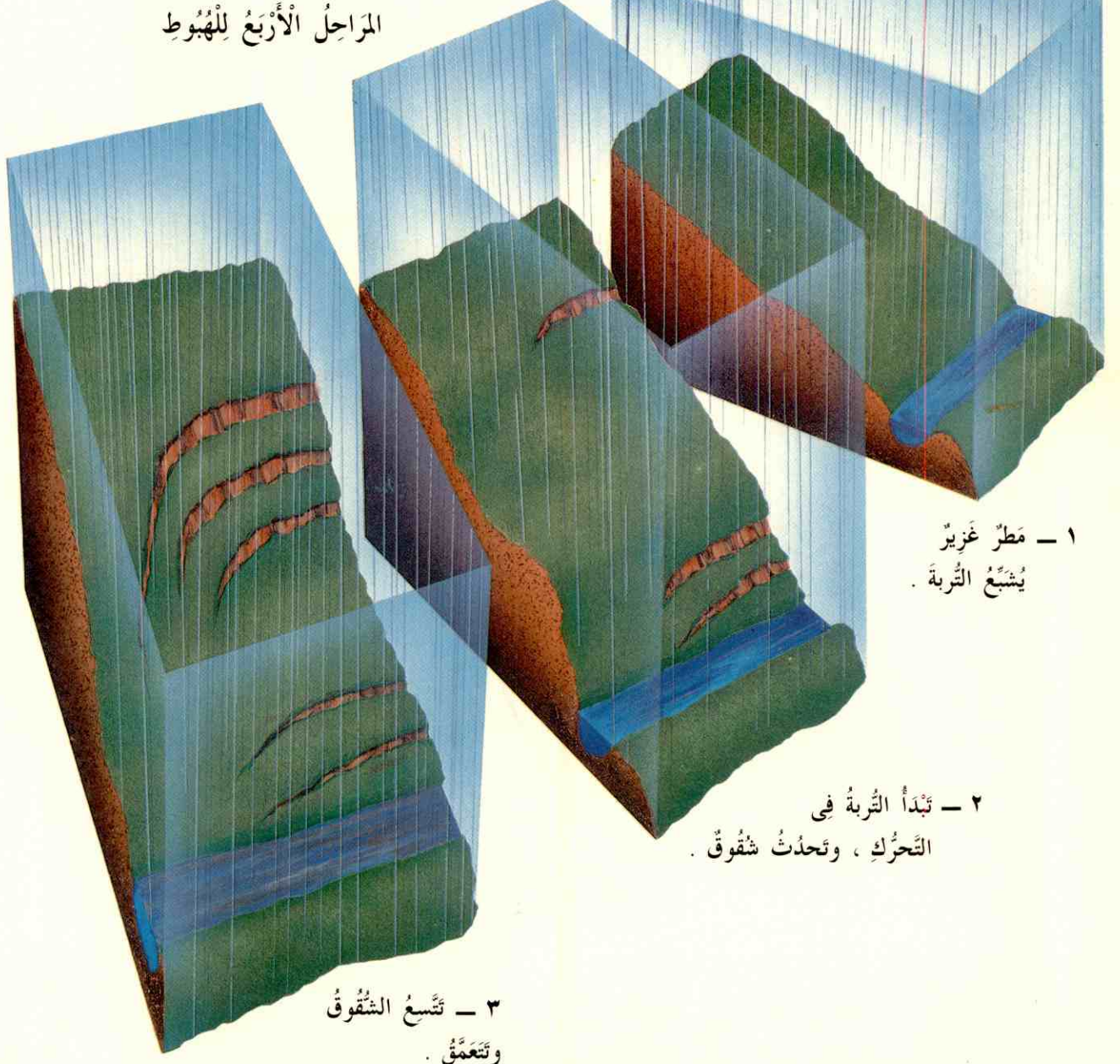
وَيُصَنَّفُ الْعُلَمَاءُ هَذِهِ الانْزِلَاقَاتِ حَسَبَ نَوْعِ حَرَكَتِهَا .
وَأَكْثَرُ الْأَنْوَاعِ انْتِشَارًا هِيَ الرَّاحِفَةُ ، وَهِيَ كُنْثَى الصُّخُورِ
وَالْتُّرْبَةُ الَّتِي تَحْرُكُ بِتَأْثِيرِ الْجاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ بِطَءٍ شَدِيدٍ
إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ . أَمَّا السَّقُوطُ الْحَرُّ لَوَابِلٍ مِنَ
الصُّخُورِ وَالْمُفْتَتَاتِ فَيُسَمَّى انْهِيَارًا . أَمَّا الانْجِدَارُ بِرَفِقٍ
لِللُّوحِ كَبِيرٍ مِنَ الْأَرْضِ الصُّلْبَةِ أَوْ الصُّخُورِ يَتَزَحَلُّ إِلَى
أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ فَيُسَمَّى انْزِلَاقًا . وَإِذَا تَرَكَّتْ هَذِهِ
الانْزِلَاقَاتِ تَجْوِيفًا مَكَانَهَا فَيُسَمَّى هُبُوطًا . وَعِنْدَمَا يَعْزُو
المَاءُ التُّرْبَةَ أَوْ الرُّوَاسِبَ ، فَإِنَّ تَيَّارَ الرُّوَاسِبِ وَالصُّخُورِ
إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ ، وَالَّذِي يُشَبِّهُ النَّهْرَ ، يُسَمَّى تَدْفُفًا
صَحْرِيًّا .

عِنْدَمَا تُشَبِّعُ الْأَمْطَارُ الْغَزِيرَةُ طَبَقَاتِ التُّرْبَةِ وَالرُّوَاسِبِ عَلَى
جَانِبِ جَبَلٍ شَدِيدٍ الانْجِدَارِ ، فَإِنَّ الْمَاءَ يُصْبِحُ عَامِلٌ
انْزِلَاقِي ، فَتَنْزَلِقُ حَبَبَاتُ الْأَرْضِ عَلَى بَعْضِهَا الْبَعْضَ ،
وَتَسْقُطُ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ . وَهَذِهِ الانْزِلَاقَاتُ تَتَفَاوَتْ
فِي حَجْمِهَا مِنْ كُنْثَى صَخْرِيَّةٍ صَغِيرَةٍ قَدْ تَسُدُّ طَرِيقًا ، إِلَى
أُخْرَى قَدْ تَعْمُرُ مَدَنًا بِأَكْمَلِهَا .

وَلَا تَحْدُثُ الانْزِلَاقَاتُ الْأَرْضِيَّةُ دَائِمًا بِسَبَبِ الْمِيَاهِ . فَإِنَّ
تَغْيِيرًا بَسِيطًا فِي زَاوِيَةِ مَيْلٍ ثَلْ — بِسَبَبِ هَزَّةٍ أَرْضِيَّةٍ
أَوْ بِفِعْلِ الْإِنْسَانِ — قَدْ تُكْسِبُ الْمَوَادَّ السَّطْحِيَّةَ سُرْعَةً
تَحْرُكُهَا إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ . وَمِثْلُ هَذَا التَّوَعُّدِ مِنْ
الانْزِلَاقَاتِ يَحْدُثُ فِي الْأَرْضِ الَّتِي يَتَرَاوَحُ مَيْلُهَا بَيْنَ

٢٥٠ حَتَّى ٤٠٠ .

الْمَرَاكِلُ الْأَرْبَعُ لِلْهُبُوطِ



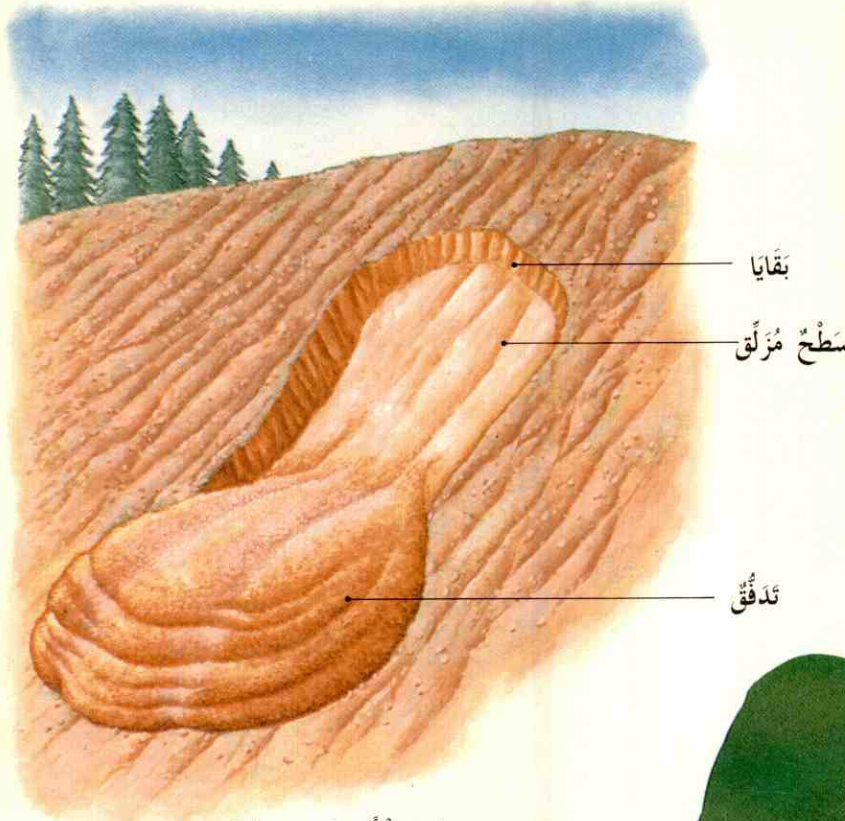
١ — مَطَرٌ غَزِيرٌ
يُشَبِّعُ التُّرْبَةَ .

٢ — تَبْدَأُ التُّرْبَةُ فِي
التَّحْرُكِ ، وَتَحْدُثُ شُقُوفٌ .

٣ — تَتَسَّعُ الشَّقُوفُ
وَتَعْمَقُ .



يُيَوِّثُ وَمَبَانٍ كَثِيرَةً مَدْفُوءَةً تَحْتَ أَطْنَانٍ مِنَ التُّرْبَةِ الرَّمْلِيَّةِ
مِنْ كُتْلَةٍ مُزْلَقَةٍ قَعَقَعَتْ هَابِطَةً عَلَى جَبَلٍ جَبِلٍ فِي
اليابان عام ١٩٨٥



عِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ الْأَشْيَاءُ نَحْوَ أَسْفَلِ الْمُنْحَدِ
الْإِنْزِلَاقَاتِ الْأَرْضِيَّةِ الْمَعْرُوفَةُ بِالْهُبُوطِ (يَمِين) . ثَلَاثُ
الْأَمْطَارِ كُتْلًا مِنَ التُّرْبَةِ وَالصُّخُورِ (خُطْوَةٌ ١ - ٣)
فَتَنْزَلِقُ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدِ ، وَتَحْدُثُ قَسَمَاتٌ جُغْرَافِيَّةٌ
جَدِيدَةٌ تَتَفَاوَتْ مِنْ مُقَدِّمٍ وَمَصَاطِبَ مُنَبِّسَةٍ إِلَى
سُطُوحٍ مُزْلَقَةٍ مُنْحَدِرَةٍ وَبَقَايَا مُجَوَّفَةٍ (خُطْوَةٌ ٤) .
أَعْلَى يُوضَحُ تَدْفُوقًا نَتِجَ عَنْ جَرَفِ الْمَاءِ
الزَّاحِفِ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدِ لِلرَّوَاسِبِ
السَّطْحِيَّةِ عَلَيْهِ . وَيَحْدُثُ أَيْضًا عِنْدَمَا تَدْفَأُ
الطَّبَقَةُ السَّطْحِيَّةُ لِلتُّرْبَةِ وَتَنْفَصِلُ عَنْ
الطَّبَقَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ تَحْتَهَا فَتَكُونُ لِسَانًا
بَاطِنًا الْحَرَكَةِ مِنَ الْحَطَامِ الطِّيْنِيِّ .



هل يمكن للرياح أن تنشئ صحراء؟

الصحراء الكبرى في أفريقيا ، والرُّبُع الخالي في المملكة العربية السعودية و صحراء فكتوريا في استراليا هي أكبر الصحارى في العالم ، وتقع كلها في شريط ضيق ينحصر بين خطي عرض ١٥° ، ٣٠° في النصفين الشمالي والجنوبي للكرة الأرضية . وهاتان المنطقتان هما مقر الرياح التجارية ذات التيارات الساخنة الجافة التي تطوف حول الأرض مدفوعة بفروق درجات الحرارة بين خط الاستواء ودوائر العرض العليا .

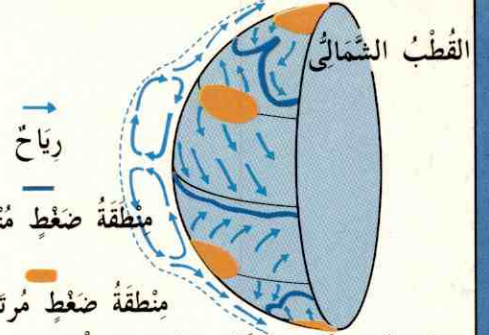
■ صخر + رياح = رمل

وكتل الهواء فوق المناطق الاستوائية الساخنة الرطبة تمتص الرطوبة وتسخن فترتفع . ويبرد الهواء أثناء ارتفاعه ويطلق رطوبته كأمطار (مقابل — علوى) ثم يهاجر التيار الجاف نحو القطبين ، فيبرد ، ويزداد وزنه تدريجياً حتى يهبط فوق دوائر العرض شبه الاستوائية . ويسخن ثانية أثناء هبوطه ، ويسمى بالرياح التجارية ، وتعود ثانية نحو خط الاستواء فتهب على القارات كرياح ساخنة جافة . وهذه الرياح الساخنة حولت تدريجياً بعض المناطق شبه المدارية إلى صحارى .

٢ — وفي الليل ، تهبط درجة الحرارة إلى ١٠٠° ف ، فتبرد الصخور وتكمش . وتكرر هذه العملية ، تضعف الصخور . وتتصادمها مع الرياح وما تحمله من رمال ، تتكسر الصخرة بعد فترة من الزمن .

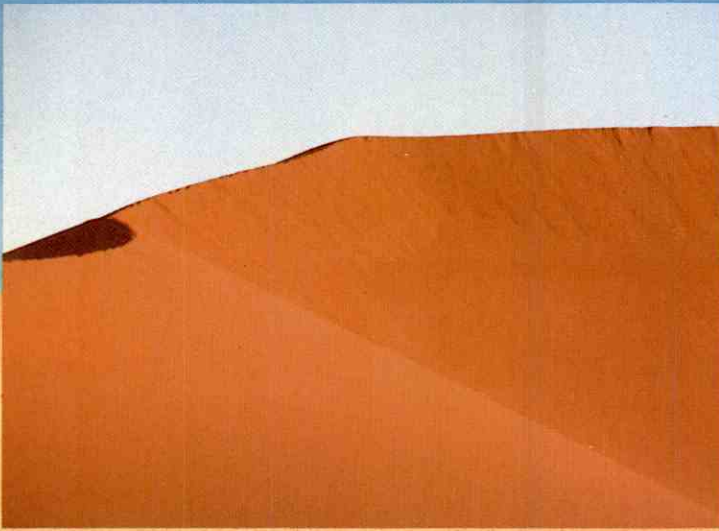
١ — طبقاً لإحدى النظريات فإن الرمال تنتج بعملية تسمى التجوية الميكانيكية . وتبدأ عندما يسخن قيط النهار الصخور إلى درجة تزيد على ١٧٥° ف ، فتتمدد .

كَيْفَ تُكَوَّنُ الرِّيحُ الصَّحَارَى ؟



يَرْتَفِعُ الْهَوَاءُ السَّاخِنُ فَوْقَ الْمَنَاطِقِ الْمَدَارِيَّةِ ، فَيَبْرُدُ وَيُحَرَّرُ رَطوبَتَهُ . وَنَتِجَةُ نَحْوِ الْقُطْبَيْنِ ، فَيَهْطُ وَقَدْ أَصْبَحَ بَارِدًا جَائِفًا ، فَيَكُونُ مِنْطَقَةٌ ضَعْفٌ مُرْتَفِعٌ شَبِيهِ مَدَارِيَّةٍ . وَمِنْهَا تَهْبُ الرِّيحُ الْمَكُونَةُ لِلصَّحَارَى .

تَسْخِنُ الشَّمْسُ غَيْرَ الْمُنتَظِمِ لِلْهَوَاءِ الْجَوِّيِّ ، يُسَبِّبُ الرِّيحَ الَّتِي تُنْشِئُ مَنَاطِقَ ضَعْفٍ مُرْتَفِعٍ وَمُنْخَفِضٍ .



الْكُتُبَانُ الرَّمْلِيَّةُ فِي الصَّحْرَاءِ الْكُبْرَى (فَوْقَ) قَدْ تَكُونُ بَقَايَا صُخُورٍ تَفْتَتُّ مِنْدُ عَصُورٍ بَعِيدَةٍ بِالْحَرَارَةِ وَالرِّيحِ .

٣ - وَعَلَى مَدَى الدَّهْرِ ، تَظَلَّتِ الرِّيحُ هَذِهِ الصُّخُورَ الْمُتَحَلِّلَةَ حَامِلَةً مَعَهَا ذَرَاتِ الرَّمَالِ الدَّقِيقَةِ ، الَّتِي أَخَذَتْ تَتَجَمَّعُ بِطَءٍ لَتَكُونُ هَذِهِ الْكُتُبَانُ الْوَاسِعَةَ .



مَا أَثَرُ الْجَلِيدِ عَلَيْهَا؟ عِنْدَمَا انْتَشَرَ الْغِطَاءُ الْجَلِيدِيُّ
لِلْقُطْبَيْنِ أَثْنَاءَ الْعَصْرِ الْجَلِيدِيِّ، تَقَلَّصَتِ الصَّحَارَى.

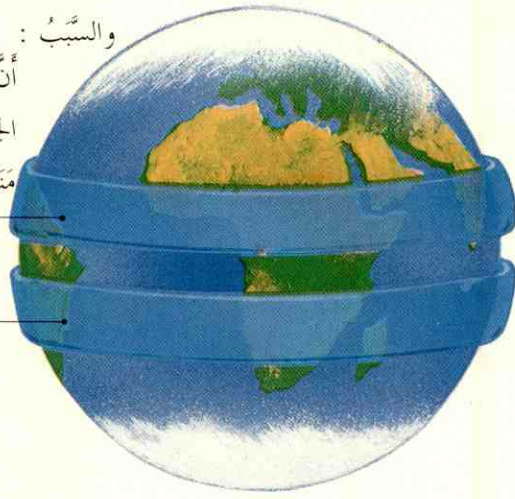
عَادَاتُ الْإِنْسَانِ الْمُسَبِّبَةُ لِلصَّحَارَى

لِمَاذَا تَتَمَدَّدُ

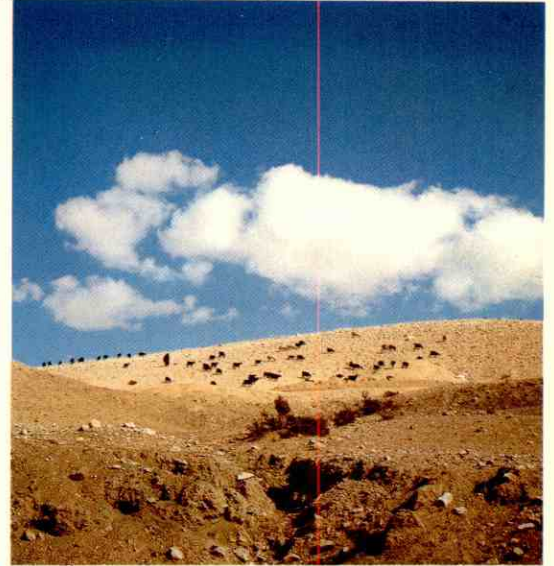
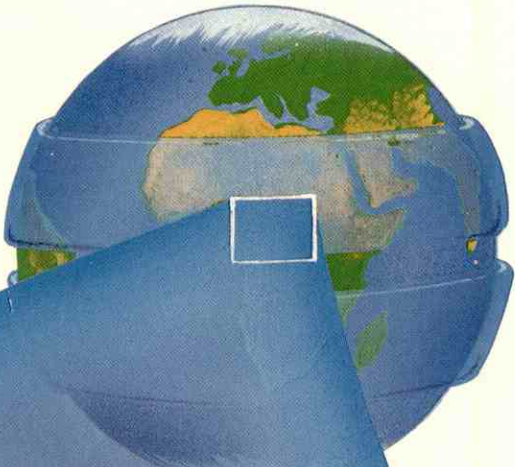
وَالسَّبَبُ :

أَنَّ التَّغْيِيرَ فِي أَنْمَاطِ التَّسْحِينِ
الْجَوِّيِّ عَلَى الْأَرْضِ ، قَدْ ضَيَّقَ
مَنَاطِقَ الرِّيحِ التَّجَارِيَةِ .

مَنَاطِقُ
الرِّيحِ التَّجَارِيَةِ



فِي فِتْرَةٍ مَا بَيْنَ الْعُصُورِ
الْجَلِيدِيَّةِ ، تَتَرَجَّعُ الْقَلَنَسُوتَانِ
الْجَلِيدِيَّتَانِ . وَلِذَلِكَ تَهْبُ
الرِّيحُ التَّجَارِيَةُ الْمَكُونَةُ
لِلصَّحَارَى مِنْ خُطُوطِ
عَرَضِ أَعْلَى . وَتَتَحَوَّلُ
الْمَنَاطِقُ الْقَارِيَّةُ بَيْنَ مَنَاطِقِ
الرِّيحِ التَّجَارِيَةِ الْمَتَمَدِّدَةِ إِلَى
صَّحَارَى .



رَعَى الْمَاشِيَّةَ عَلَى تَلَالِ جَرْدَاءَ . بِمُجَرَّدِ ظُهُورِ
الْعُشْبِ عَلَى الْأَرْضِ ، فَسَرَّعَانَ مَا يَتَحَوَّلُ إِلَى
صَّحْرَاءَ بِسَبَبِ الرَّغْيِ الْجَائِرِ وَالْجَفَافِ مَعًا .



مُزَارِعُ يُمَارِسُ حَرْقَ الْمَزْرُوعَاتِ ، وَهُوَ وَاحِدٌ مِنْ
أَسْبَابِ التَّصَحُّرِ .

الصَّحَارَى وَتَتَكَمِشْ؟

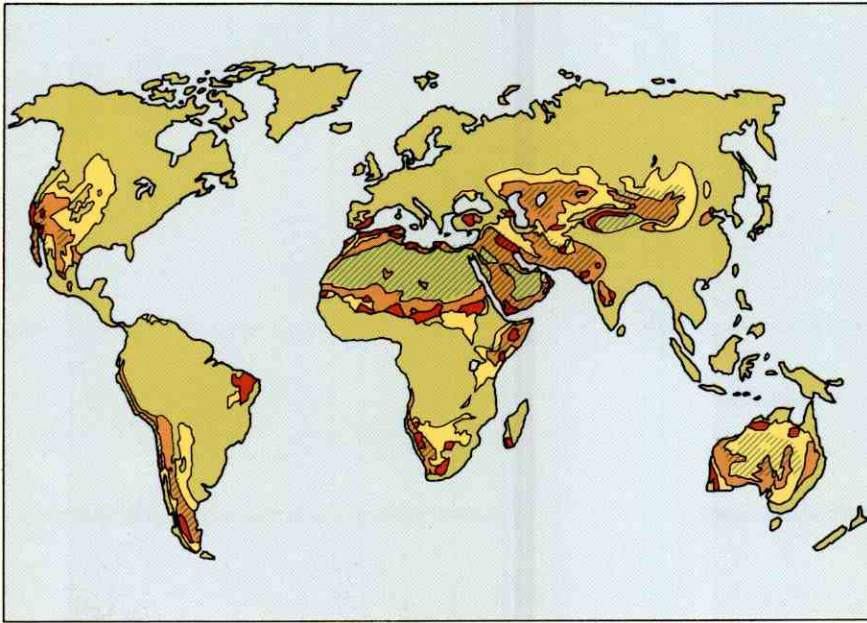
وَيَفْعَلُ الْإِنْسَانُ الْيَوْمَ ، إِزْدَادَ التَّصَحُّرُ ، وَهُوَ تَقْدُمُ
الصَّحْرَاءِ نَحْوَ الْأَرْضِ غَيْرِ الصَّحْرَاوِيَّةِ . وَقَدْ أَدَّى
الْإِنْفِجَارُ السُّكَّانِي فِي الْمَنَاطِقِ الْحَدِيثَةِ الصَّحْرَاوِيَّةِ إِلَى
الرَّغْيِ الْجَائِرِ لِلْمَاشِيَةِ ، وَحَرْقِ الْغَابَاتِ لِتَحْوِيلِهَا إِلَى
حُقُولٍ ، وَالزَّرَاعَةِ الْمَتَقَلَّةِ . وَتَلَفَتِ التُّرْبَةُ لِاسْتِزْرَافِ
نَبَاتَاتِهَا وَعَنَاصِرِهَا الْغِذَائِيَّةِ . وَمِمَّا زَادَ الْأَمْرَ سُوءًا
الْإِهْمَالُ فِي طُرُقِ الرِّىِّ وَالزَّرَاعَةِ الَّتِي أَنْصَبَتْ الْمَخْرُونُ
الضَّخْلُ مِنَ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ وَمَلَأَتِ الْقَشْرَةَ الْأَرْضِيَّةَ
بِأَمْلَاحٍ قَاتِلَةٍ لِلنَّبَاتَاتِ . وَهَذِهِ الْعَمَلِيَّاتُ بِالإِضَافَةِ إِلَى
الْجَفَافِ ، قَدْ سَاعَدَتْ عَلَى سُرْعَةِ تَكُونِ صَحْرَاءٍ فِي
الْأَمَاكِنِ الْجَافَةِ مِنْ قَبْلِ . وَإِنِّهَاءَ هَذَا الْإِتِّجَاهِ يَتَطَلَّبُ
تَغْيِيرَاتٍ كَبِيرَةً فِي سُلُوكِ الْبَشَرِ .

اِكْتَشَفَ الْعُلَمَاءُ حَفْرِيَّاتٍ تُدَلُّ عَلَى أَنَّ كَثِيرًا مِنْ صَحَارَى
الْعَالَمِ كَانَتْ مِنْ قَبْلِ حَدَائِقَ غَنَاءٍ . وَرُبَّمَا يَكُونُ هَذَا
التَّحَوُّلُ قَدْ حَدَثَ فِي نِهَآيَةِ الْعَصْرِ الْجَلِيدِيِّ الْأَخِيرِ ، مِنْذُ
حَوَالَى ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، حِينَ بَدَأَتْ الْقَلْتُسُونَانِ
الْجَلِيدِيَّتَانِ فِي الْإِنْصِهَارِ . وَقَدْ سَبَّبَ ذَلِكَ اتِّقَالَ مَنَاطِقِ
الصَّغْطِ الْمُرْتَفِعِ — وَهِيَ مَقَرُّ الرِّيَّاحِ التَّجَارِيَّةِ — إِلَى
دَوَائِرِ الْعَرْضِ الْعُلْيَا ، فَتَعَرَّضَتْ مِسَاحَاتٌ كَبِيرَةٌ مِنْ
الْمَنَاطِقِ شَبِيهِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ إِلَى هَذِهِ الرِّيَّاحِ الْمَكُونَةِ
لِلصَّحَارَى . وَتَوَقَّفَ الْمَطَرُ ، وَتَحَوَّلَتِ الْأَرْضُ الْخَصْبَةُ
إِلَى صَحْرَاءٍ .

رُخْفُ الصَّحَارَى

إِنَّ حَوَالَى ٣٥٪ مِنَ الْقَارَاتِ مُهَدَّدَةٌ بِالتَّحَوُّلِ
إِلَى صَحْرَاءٍ بِسَبَبِ التَّغْيِيرَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ الْمَنَاحِيَّةِ
وَالْأَنْشِيطَةِ الْبَشَرِيَّةِ مِثْلَ الرَّغْيِ الْجَائِرِ وَالزَّرَاعَةِ
الْمَبَالِغِ فِيهَا وَإِزَالَةِ الْغَابَاتِ . وَأَكْثَرُ الْمَنَاطِقِ
الْمُهَدَّدَةِ هِيَ ذَاتُ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ عَلَى
الْخَرِيطَةِ ، وَهِيَ أَرْضُ خِصْبَةٍ عَلَى خُدُودِ
الصَّحَارَى الْحَالِيَّةِ . وَيُفْقَدُ كُلُّ عَامٍ ١٤
مِلْيُونَ فَدَّانٍ مِنَ الْأَرْضِ تَتَحَوَّلُ إِلَى صَحَارَى .

مَسَارُ الرِّيَّاحِ



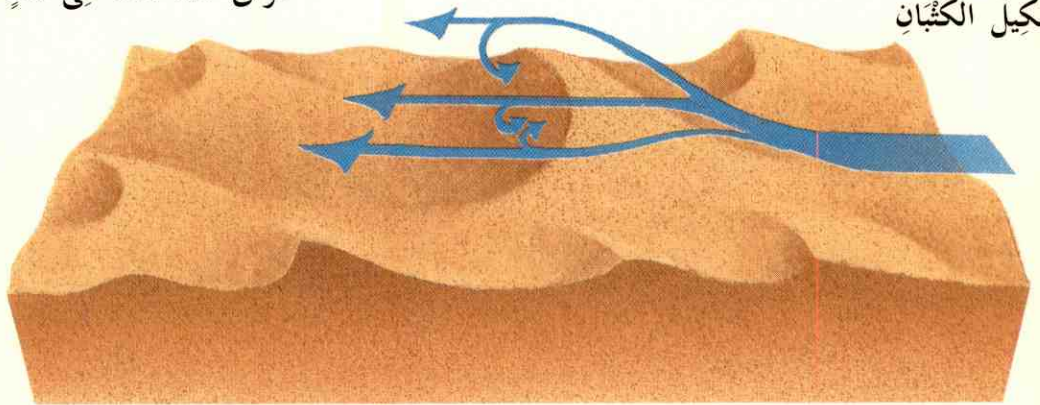
- مَنَاطِقُ مُخْتَمَلِ تَحْوِيلِهَا
- مَنَاطِقُ تَحْتَ الْخَطَرِ
- مَنَاطِقُ مُهَدَّدَةٌ
- صَحْرَاءُ

كَيْفَ تَتَكُونُ الْكُثْبَانُ الرَّمْلِيَّةُ؟

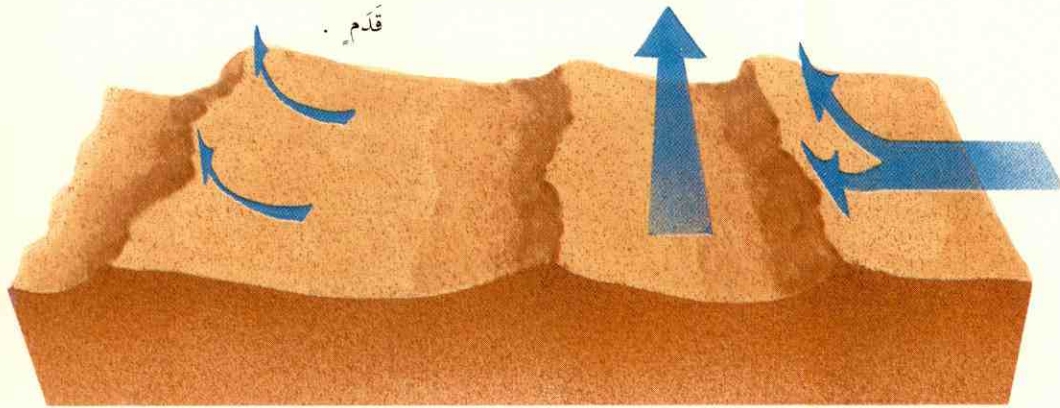
وعلى وَفَرَةِ الرَّمَالِ ، وَالْوَضْعِ النَّسْبِيِّ لِلصَّحَرَاءِ . وَمُعْظَمُ الْكُثْبَانِ الرَّمْلِيَّةِ يَكُونُ جَانِبُهَا الْمُوَاجِهُ لِلرَّيَاحِ بَسِيطٌ الْإِنْحِدَارِ ، وَالْجَانِبُ الْآخَرُ الَّذِي فِي اتِّجَاهِ الرَّيَاحِ مِثْلُ جُرْفٍ شَدِيدِ الْإِنْحِدَارِ ، وَبَيْنَ الْجَانِبَيْنِ حَافَةٌ حَادَّةٌ مِثْلُ نَصْلِ السَّكِينِ . وَتُدْفَعُ الرَّيَاحُ حَبَّاتِ الرَّمَالِ إِلَى أَعْلَى الْحَافَةِ فِي الْجَانِبِ الْمُوَاجِهِ لِلرَّيَاحِ حَيْثُ تَسْتَقِرُّ ، حَتَّى تُسْقِطَهَا الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ أَسْفَلَ الْجَانِبِ الْآخَرِ . وَتَهَاجِرُ الْكُثْبَانُ عَبْرَ الصَّحَرَاءِ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ ، وَبَعْضُهَا يَتَحَرَّكُ حَوْلَى ٨٠ قَدَمًا فِي سَنَةٍ .

يَتَكُونُ كُلُّ كَثِيبٍ حَوْلَ بَذْرَةٍ قَدْ تَكُونُ مَجْمُوعَةً مِنَ الْحَصَى أَوْ عُشْبٍ ، أَوْ عَائِقٍ بَسِيطٍ فِي سَطْحِ الصَّحَرَاءِ . وَعِنْدَمَا تَهْبُ الرَّيَاحُ الصَّحَرَاوِيَّةُ فَوْقَ وَحَوْلَ هَذِهِ الْبَذْرَةِ فَإِنَّهَا تُنْشِئُ عَلَى الْجَانِبِ الْآخَرِ مَا يُسَمَّى بِظِلِّ الرَّيَاحِ . وَعَلَى هَذَا الْجَانِبِ تَسْتَقِرُّ حَبَّاتُ الرَّمَالِ وَتَتَجَمَّعُ عَلَى شَكْلِ كَوْمَةٍ . وَظِلُّ الرَّيَاحِ لِهَذِهِ الرَّايَةِ الصَّغِيرَةِ . يَجْذِبُ مَزِيدًا مِنَ الرَّمَالِ ، وَيَبْدَأُ الْكَثِيبُ يَأْخُذُ شَكْلَهُ . وَيَتَوَقَّفُ نَوْعُ الْكَثِيبِ عَلَى سُرْعَةِ الرَّيَاحِ وَاتِّجَاهِهَا ،

تَشْكِيلُ الْكُثْبَانِ



الْكُثْبَانُ الْهَلَالِيَّةُ (الْبَرْحَان)
الرَّيَاحُ الْمُنْتَظِمَةُ الَّتِي تَهْبُ عَلَى
صَحَرَاءٍ مُنْبَسِطَةٍ تُنْشِئُ كُثْبَانَ
بَرْحَانٍ هَلَالِيَّةٍ الشَّكْلِ (يَمِين) .
وَيُشِيرُ قَرْنًا كُلُّ هَلَالٍ فِي اتِّجَاهِ
الرَّيْحِ . وَالرَّيَاحُ الْمَائِلَةُ قَدْ
تَجْعَلُ قَرْنًا أَطْوَلَ مِنَ الْآخَرِ .
وَيَبْلُغُ ارْتِفَاعُ أَعْلَى كَثِيبٍ هَلَالِيٍّ
١٠٠ قَدَمٍ ، وَعَرْضُهُ ١٠٠٠
قَدَمٍ .

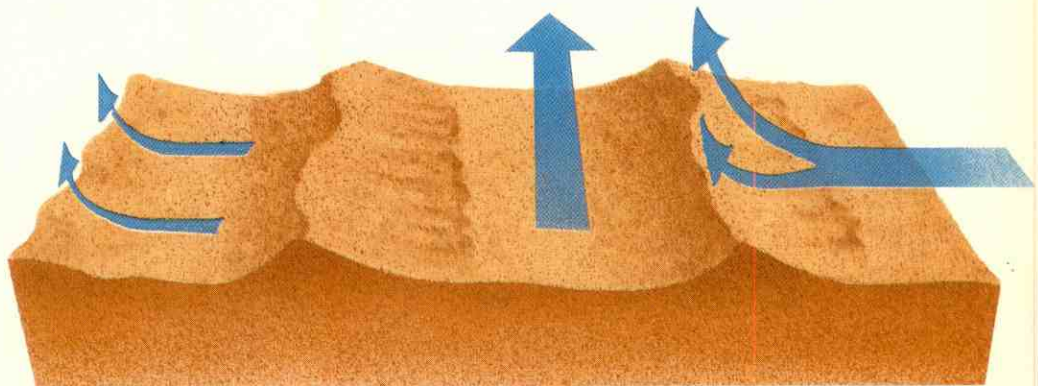


الْكُثْبَانُ الْمُبْرَحَنَةُ

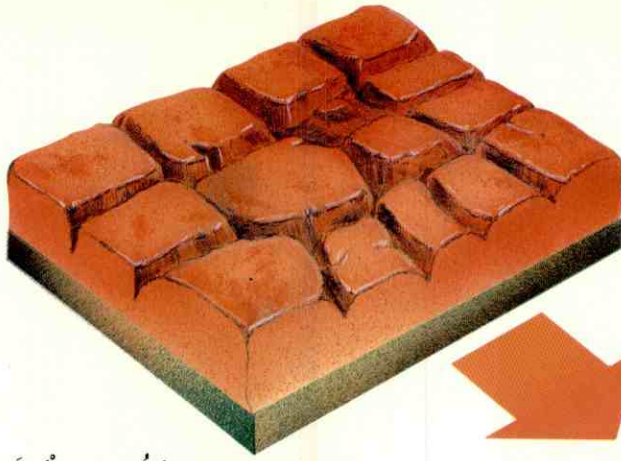
إِذَا هَبَّتْ رِيَاخٌ ثَانَوِيَّةٌ عَمُودِيًّا
عَلَى الرَّيَاحِ الْمُنْتَظِمَةِ ، فَإِنَّهَا
أَحْيَانًا تَدْفَعُ قُرُونَ الْبَرْحَانِ إِلَى
الْخَلْفِ ، وَتَكُونُ صُفُوفًا مِنَ
الرَّمَالِ الْكَثِيرَةِ الْأَقْوَاسِ
وَالْمَعْرُوفَةِ بِالْكُثْبَانِ الْمُبْرَحَنَةِ
(يَسَار)

الْكُثْبَانُ الْمُسْتَعْرِضَةُ

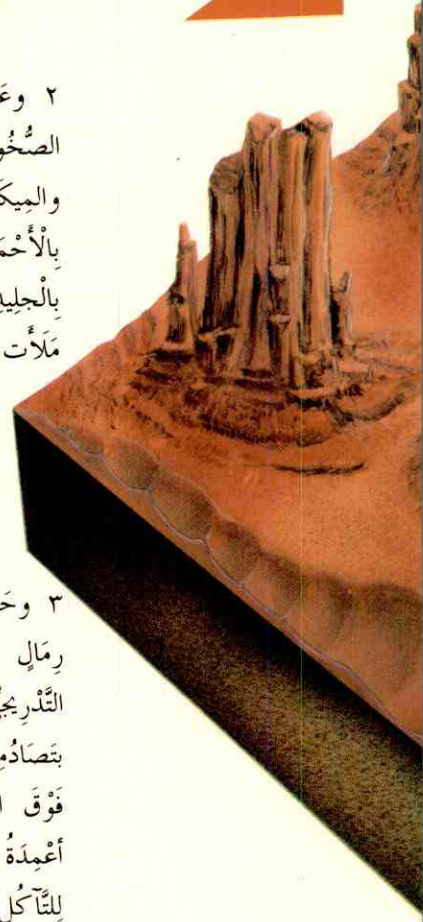
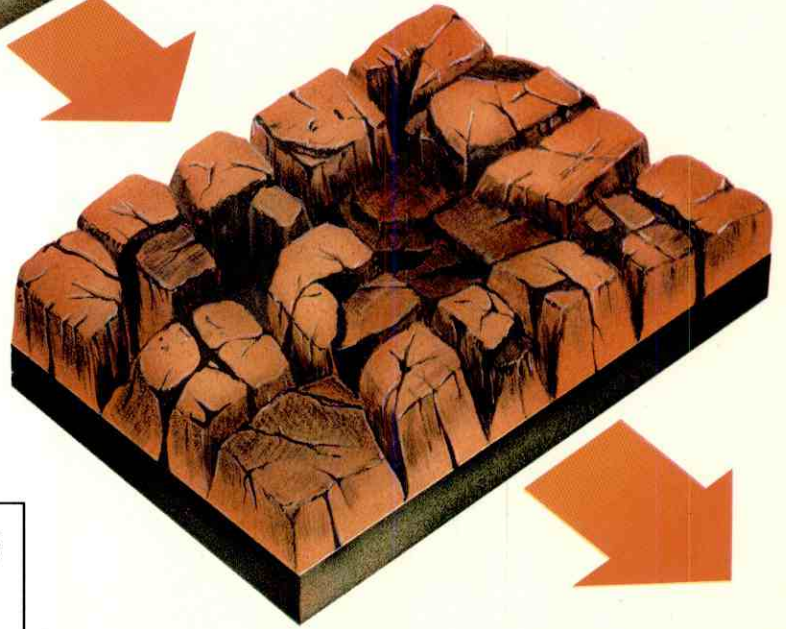
فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَتَوَافَرُ فِيهَا
الرَّمَالُ ، فَإِنَّ الرَّيَاحَ الثَّانَوِيَّةَ
تُحَوِّلُ الْكُثْبَانُ الْمُبْرَحَنَةَ إِلَى
كُثْبَانٍ عَرْضِيَّةٍ (يَمِين) .
وَالْمَسَاحَاتُ الْكَبِيرَةُ مِنْ هَذِهِ
التَّكْوِينَاتِ الْمُسْتَقِيمَةِ الْحَافَاتِ
تُسَمَّى بِحَارِ الرَّمَالِ .



تكوّن آثار

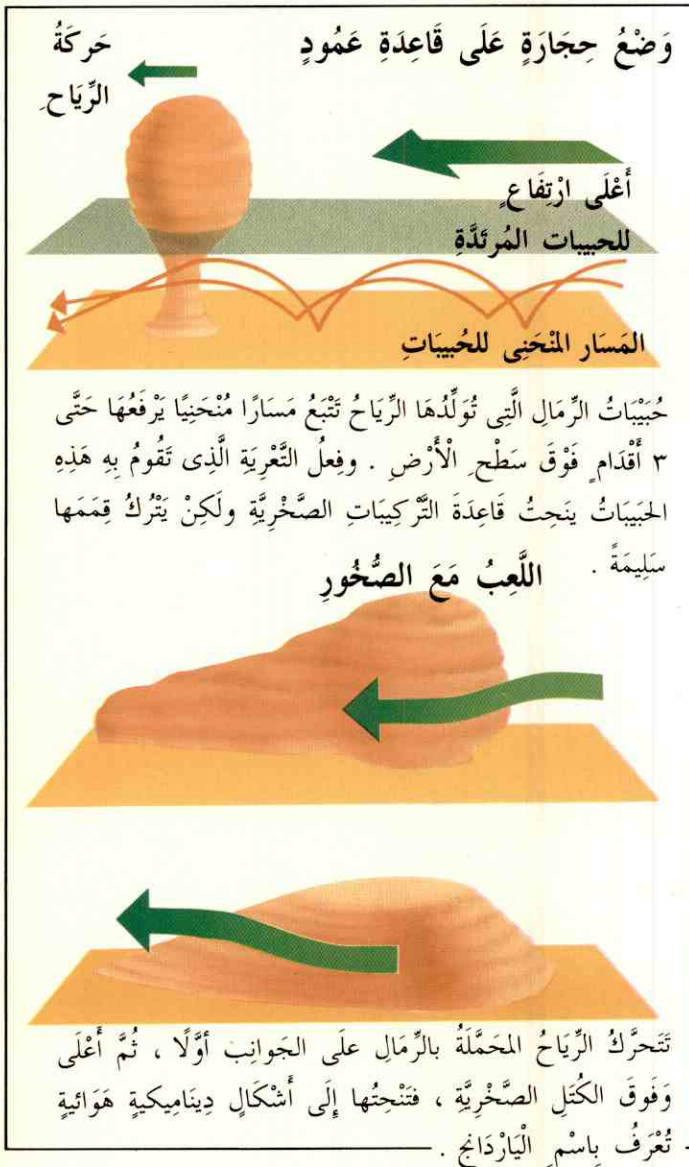


١ منذ ٦٥ مليون سنة ، بدأت القوى
البنائية للجبال في رفع هضبة كلورادو ،
وكانت سهلاً مستوياً من الصخور القديمة
مكان الوادي الأثري اليوم . وأثناء ارتفاع
الهضبة ، تعمقت الأنهار التي كانت فيها
وحفرت مجاري عميقة في صخورها
الرُسويّة .



٢ وعلى مدى القرون ، تعرّضت هذه
الصخور المجعّدة لعوامل التجوية الكيميائية
والميكانيكية . فتآكلت طبقات الحجارة
بالأحماض في ماء المطر ، وتشقّقت
بالجليد المتمدّد عند تجمّد المياه التي
ملأت المسام والشقوق .

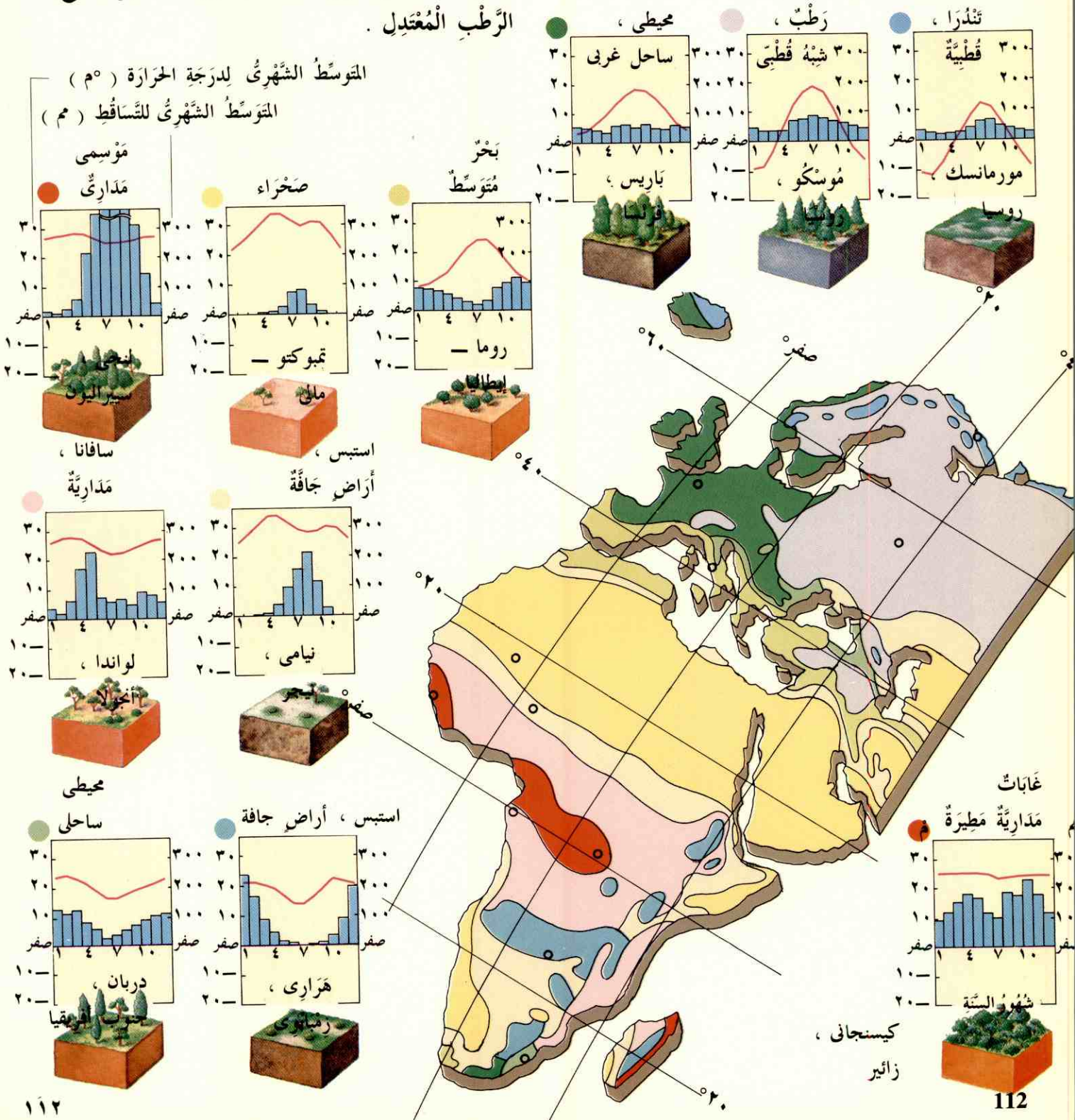
٣ وحملت الرياح مخلفات التآكل من
رمال وتراب ، وساعدت على التآكل
التدريجي للطبقات المكشوفة من الصخور
بتصادمها المستمرّ معها . وهكذا ارتفع
فوق الهضبة المتجوّية — هنا وهناك —
أعمدة الحجر الرملي الأحمر المقاوم
للتآكل . وباستمرار نحت الرياح ،
تحوّلت الأعمدة إلى أبراج مدبّية ،
وهضبات مستوية منحدرّة الجوانب ،
وقواعد مثل جذوع الأشجار ، وهي التي
تكوّن آثار الوادي الأثري .



هل هناك علاقة بين المناخ والنباتات والتربة؟

فالتربة المائلة للاحمرار (اللاتريت) توجد في الغابات المدارية المطيرة ، بينما التربة الصحراوية أو التندرا توجد عادة في المناطق الحارة أو الباردة الجافة ذات الأغشاب القصيرة . والتربة الغنية - السوداء أو البنية الحمراء - توجد عادة في المناطق المعتدلة نصف القاحلة حيث يسقط مطر خفيف لا يكتسح المواد العضوية . والتربة الصلصالية وتربة الغابات البنية تنشأ في المناخ الرطب المعتدل .

يحكم المناخ - مدى جفاف أو رطوبة الطقس ، وسخونته أو برودته - أنواع وكميات النباتات الطبيعية في أنحاء العالم . وقد حدّد العلماء المناطق المناخية الرئيسية وأقسامها بدراسة اعتماد معظمها على أنماط الحياة النباتية . ولا ترتبط هذه المناطق فقط بالنباتات الطبيعية حول العالم ، ولكنها ترتبط أيضاً بنوع التربة المكوّنة من الصخور المتجوية والنباتات المتحللة .

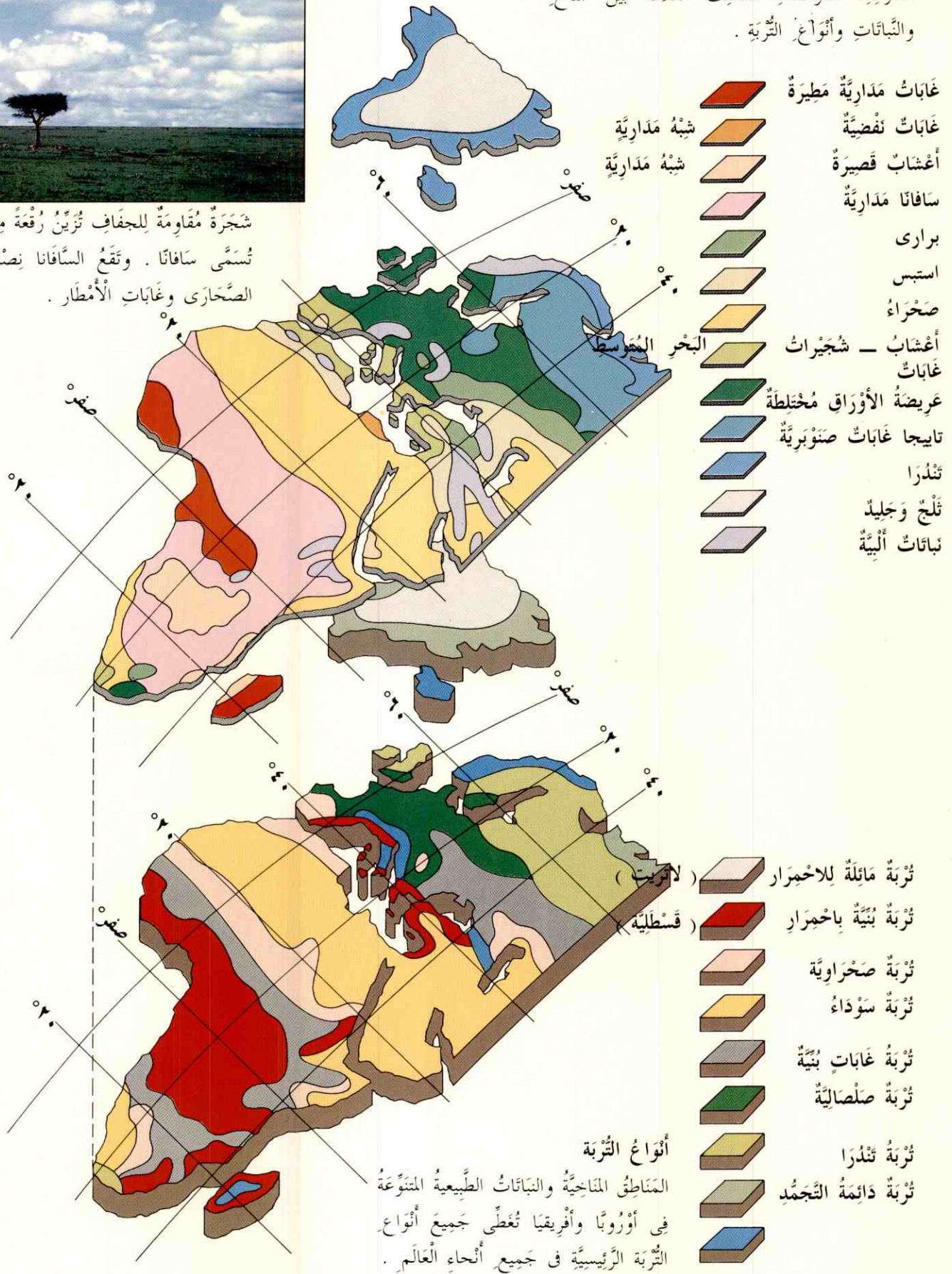




شجرة مقاومة للجفاف تُزِينُ رُقْعَةً مِنْ مَرَاعٍ أَفْرِيقِيَّةٍ
تُسمى سافانا. وتقع السافانا نصف القاحلة بين
الصحارى وغابات الأمطار.

مَنَاطِقُ النَّبَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ

تُنظَّمُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ وَالتَّسَاقُطُ أَثْمَاطُ نُمُو النَّبَاتِ ، لِذَا
فَالْحَيَاةُ النَّبَاتِيَّةُ مِفْتَاحُ الْمَنَاحِ الْمَحَلِّي . وَالْمُقَارَنَةُ بَيْنَ
الْخَرَائِطِ الْمَوْضُحَةِ تَكْشِفُ الْعَلَاقَةَ بَيْنَ الْمَنَاحِ
وَالنَّبَاتِ وَأَنْوَاعِ التُّرْبَةِ .



هَلْ رِيَّاحُ تَهْبُ رَطْبَةً وَجَافَةً
تَهْبُ رِيَّاحُ الْمُحِيطِ الْهَادِي الرُّطْبَةَ عَلَى
الْأَرْضِ حَيْثُ تَصْطَلِدُ بِالسَّوَاكِ الْجَبَلِيَّةِ .
فَتَرْتَفِعُ ، وَتَبْرُدُ ، وَتَحْوُلُ رُطُوبَتَهَا إِلَى
أَمْطَارٍ . وَتَسْتَمُرُّ الرِّيَّاحُ الْجَافَةُ فِي الْإِتِّجَاهِ
شَرْقًا ، حَيْثُ تَحْصُلُ عَلَى الرُّطُوبَةِ مِنَ
الْحَوْضِ الْكَبِيرِ . وَعِنْدَ جِبَالِ رُوكِي تُفْرِغُ
مِيَاهَهَا ثَابِتَةً .



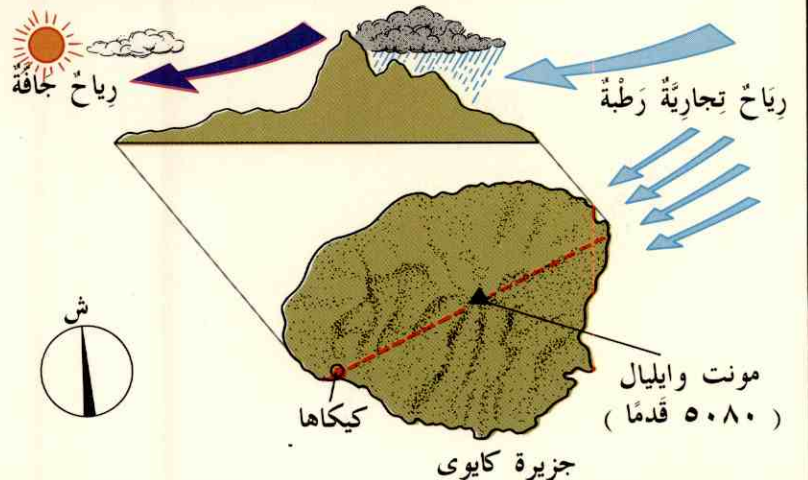
وَادِي الْمَوْتِ بِكَاليفُورْنِيَا ، يَقَعُ فِي ظِلِّ
مَطَرِ جِبَالِ بَانَامَنْتْ ، وَهُوَ مِنْ أَكْثَرِ
الْأَمَاكِنِ جَفَافًا عَلَى الْأَرْضِ .

جِبَالُ رُوكِي

سَهْلٌ عَظِيمٌ

لَا يُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ أَكْثَرُ رُطُوبَةً مِنْ ذَلِكَ .

يَرْتَفِعُ مَوْتٌ وَأَيْلِيَالٌ مِيلًا فَوْقَ سَطْحِ الْبَحْرِ ، مِثْلَ حَائِطٍ
بَحْرِيٍّ هَائِلٍ فِي مُوَاجَهَةِ الرِّيَّاحِ التَّجَارِيَّةِ الرُّطْبَةِ الَّتِي
تَشُقُّ طَرِيقَهَا خِلَالَ جَزِيرَةِ كَايُوي فِي هَاوَاي . وَتُفْرِغُ
الرِّيَّاحُ كُلَّ غَامٍ حَوْلَ ٥٠٠ بُوصَةٍ مِنَ الْأَمْطَارِ عَلَى
الْمُنْحَدَاتِ الشَّرْقِيَّةِ لِلْجَبَلِ . ثُمَّ تَتَحَرَّكُ — وَهِيَ جَافَةٌ
تَقْرِبًا — غَرْبًا لَتُمَطَّرَ عَلَى مَدِينَةِ كِيكَاها — عَلَى بَعْدِ ٢٠
مِيلًا — ١٢ بُوصَةً فَقَطْ مِنَ الْأَمْطَارِ السَّنَوِيَّةِ .



تأثير اليابسة على المناخ؟

الرياح الرطبة بساحل قارتي، فإنها ترتفع وتبرد، ويتكثف ماؤها على شكل مطر. فإذا كان الساحل جبلياً، فإن المنحدرات تساعد الرياح على الارتفاع والبرودة بسرعة، فتسقط أمطار غزيرة.

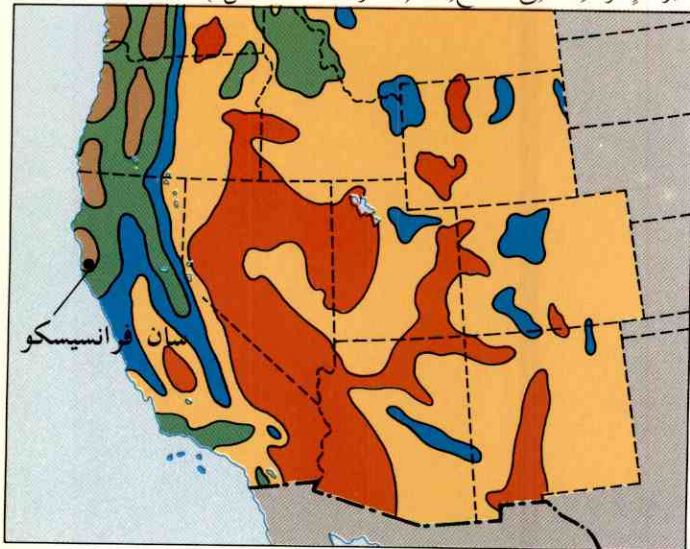
ويحدث معظم التساقط في حزام ضيق على طول الساحل أو على جانب الجبل المواجه للرياح. والمنطقة التالية تقع فيما يسمى بظل المطر، وهي منطقة تهبط عليها الرياح التي تخلصت من رطوبتها، وتسقط عليها قليلاً من المطر أحياناً.

تسقط الأمطار الغزيرة يومياً على طول سواحل الرياح التجارية، وهي الخطوط الساحلية الشرقية للقارات، والواقعة بين خط الاستواء ودائرة عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً. ويحدث مثل ذلك على السواحل الغربية للأراضي التي تجتازها الرياح الغربية السائدة.

وسبب ذلك هو الفعل المتبادل بين الهواء والبحر والأرض. وعندما تهبط الرياح على المحيط، فإنها تمتص بخار الماء. وفي النهاية، عندما تصطدم هذه

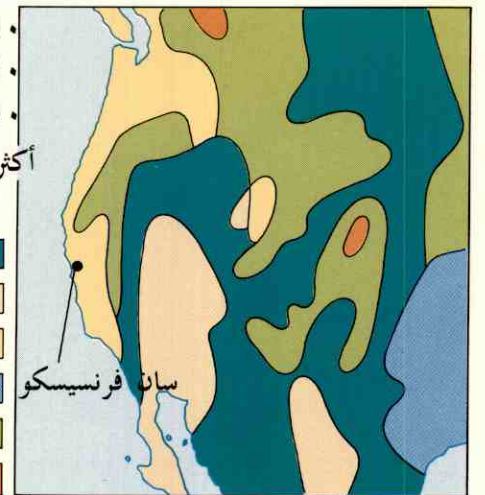


توجد غابات الأمطار والصحاري جنباً إلى جنب في الولايات المتحدة الغربية. والتغيرات المفاجئة في مستوى سطح الأرض قد تسببت تغيرات واسعة في المناخ. (الخرائط - أسفل).



- أقل من ١٠ بوصة
- ١٠ - ٢٠ بوصة
- ٢٠ - ٤٠ بوصة
- ٤٠ - ٨٠ بوصة
- أكثر من ٨٠ بوصة

- استبس، أرض جافة
- صحراء
- بحر متوسط
- رطب معتدل
- جبل
- تندرا



تتغير الأمطار السنوية تغيراً كبيراً في الغرب الجبلي.

سلاسل الجبال تقسم الولايات المتحدة الغربية إلى مناطق مناخية متميزة.

هَلْ يُمَكِّنُ المناخ؟

مُقَارَنَةً بَيْنَ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ فِي شَهْرِ يَنَايِرٍ فِي لَنْدُنْ وَمُوسْكُو
وإِرْكُتْسِكْ — وَكُلُّهَا عَلَى دَائِرَةِ عَرْضٍ وَاحِدَةٍ تَقْرِيْبًا — تُوضَحُ
الْأَثَرُ الْمُلَطَّفُ لِتِيَارِ الْأَطْلَنْطِي الشَّمَالِي . فَلَنْدُنْ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا
٣٠,٦ مْ فِيهِ أَذْفَأُ مِنْ مُوسْكُو (-٩,٤ مْ) بِمَقْدَارِ ١٣, وَأَذْفَأُ
مِنْ إِرْكُتْسِكْ (-١٩,٦ مْ) بِمَقْدَارِ ٢٣,٢ .



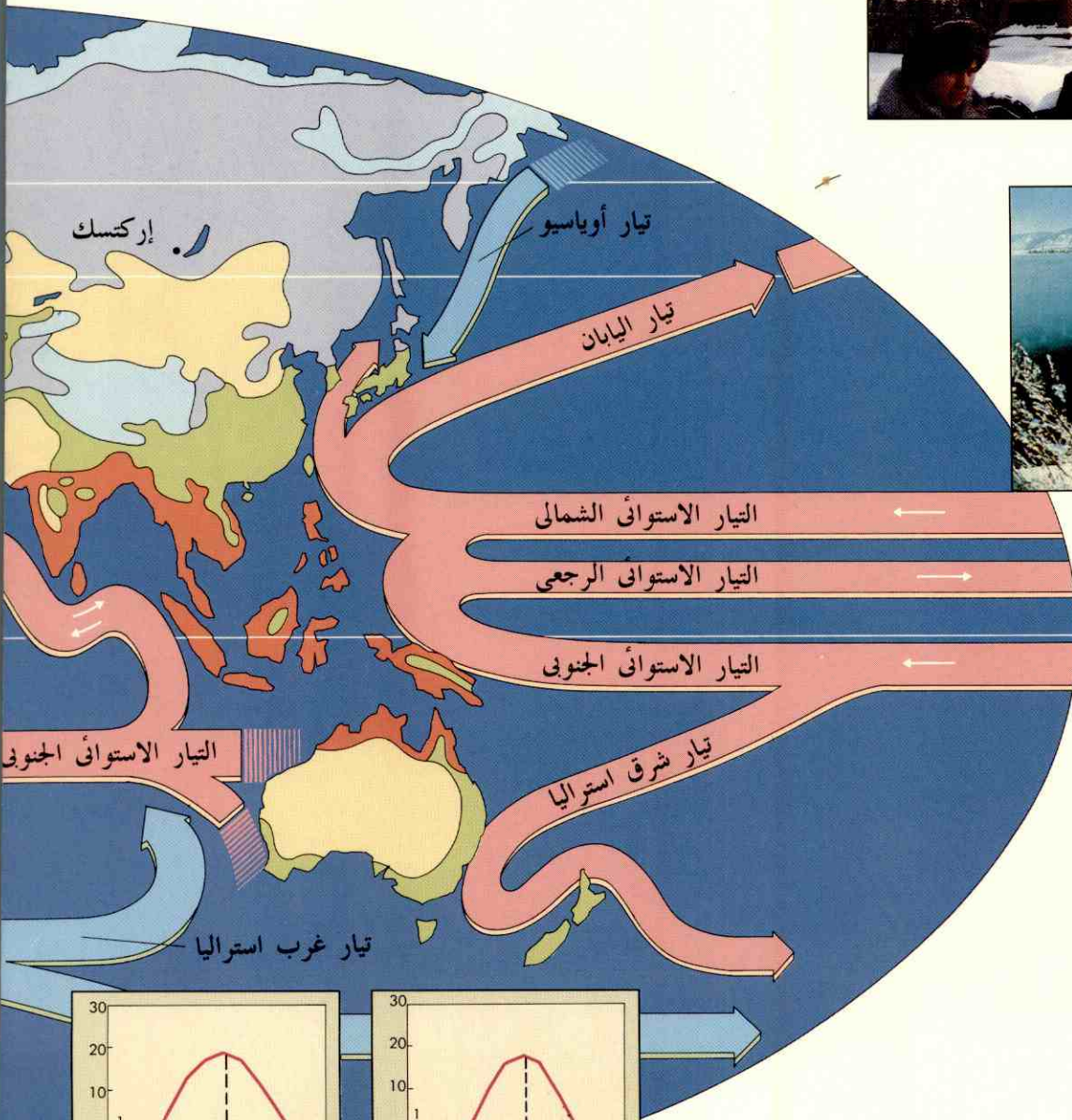
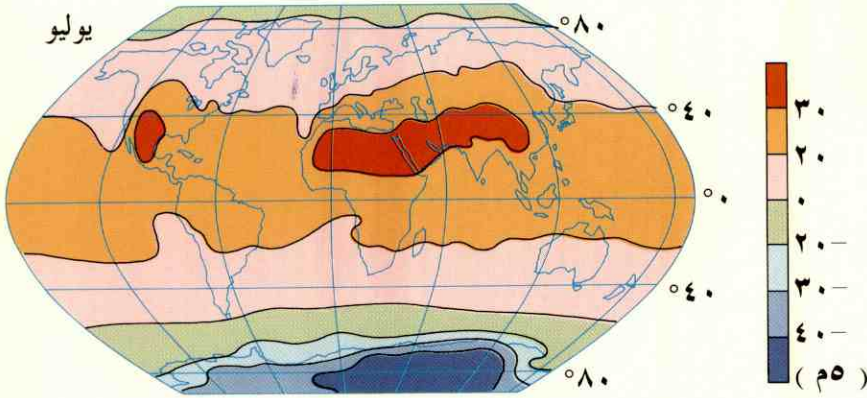
يُخْتَلِفُ الْمَنَاحُ فِي نَفْسِ الْوَقْتِ : يَنَايِرُ فِي لَنْدُنْ
(أَعْلَى) ..



.. وَفِي مُوسْكُو ..

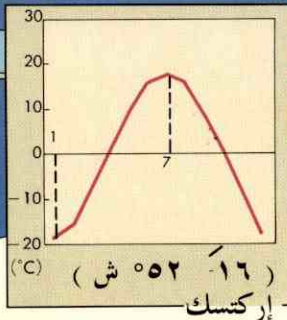
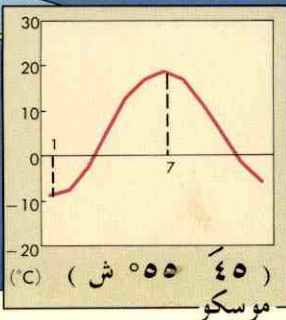


.. وَعَلَى بُحَيْرَةِ بَاكَالْ ،
قَرَبَ إِرْكُتْسِكْ .



- استوائي
- صحراوي
- معتدل
- شبه قطبي
- قطبي

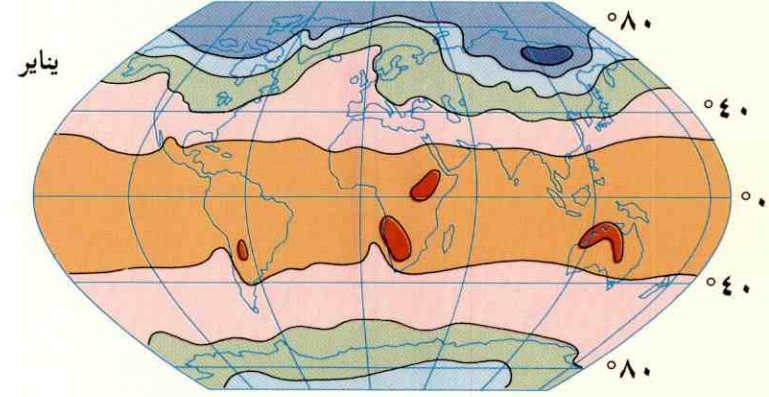
- تيار دافئ
- تيار بارد



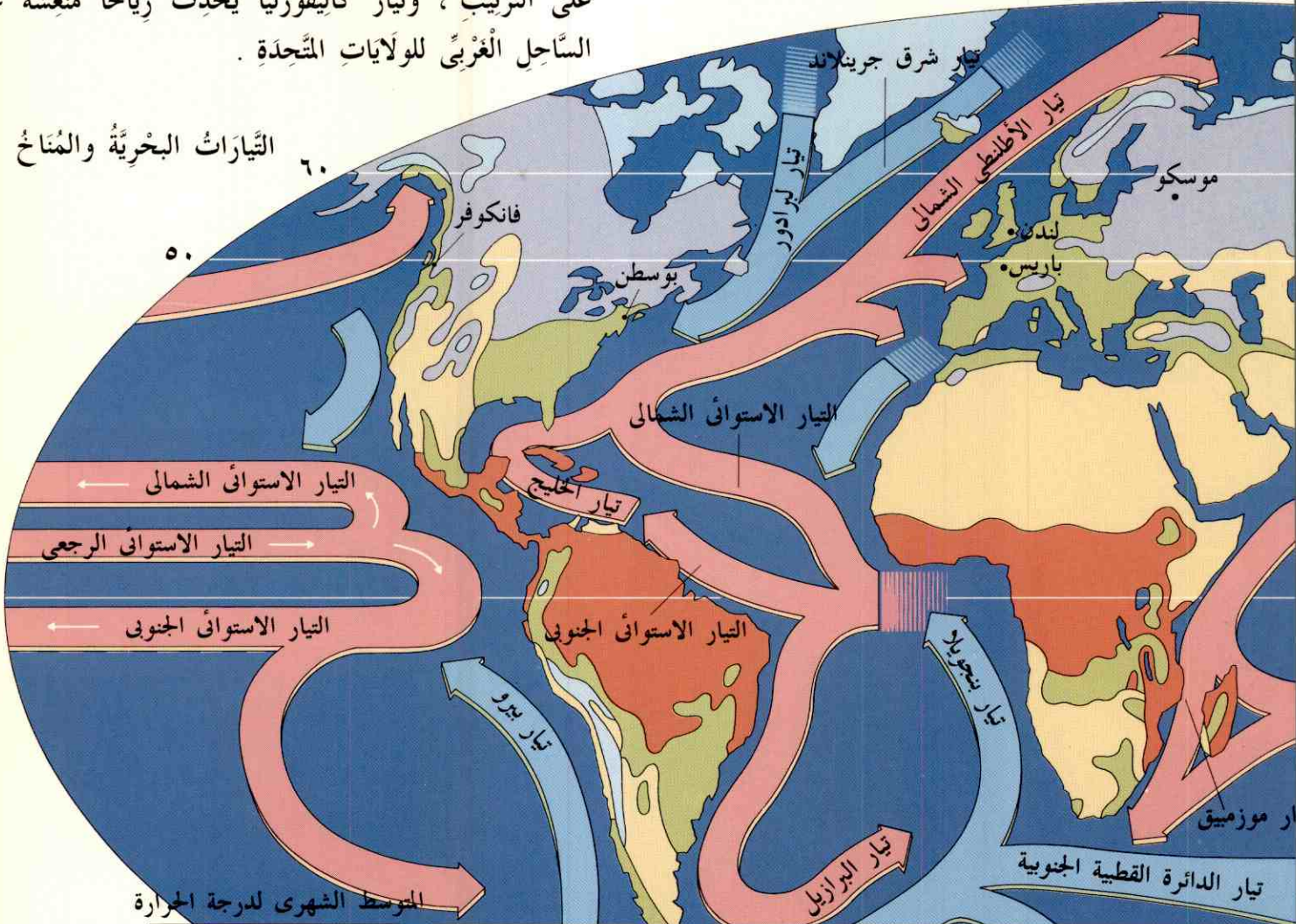
أَنْ تُغَيِّرَ التَّيَّارَاتُ الْبَحْرِيَّةُ

رَغْمَ أَنَّ بَرِيطَانِيَا تَقَعُ عَلَى نَفْسِ دَائِرَةِ عَرْضِ لِبْرَادُورِ الْمُتَجَمِّدَةِ فِي كَنْدَا ، إِلَّا أَنَّهَا تَتَمَتَّعُ بِجَوٍّ مُعْتَدِلٍ . فَتَادِرًا مَا تَنْخَفِضُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا شِتَاءً تَحْتَ ٣٥ ° ف ، بَيْنَمَا تَرْتَفِعُ صَيْفًا حَتَّى ٧٣ ° ف ، وَهَذَا الْجَوُّ الْمُعْتَدِلُ سَبَبُهُ تَيَّارُ الْمُحِيطِ الْأَطْلَنْطِيِّ الشَّمَالِي ، وَهُوَ تَيَّارٌ بَحْرِيٌّ دَافِيٌّ يَبْدَأُ مِنَ الْمَنَاطِقِ الْمَدَارِيَّةِ . وَعِنْدَ مُرُورِ التَّيَّارِ بِجَوَارِ بَرِيطَانِيَا وَدَرَجَةُ حَرَارَتِهِ أَعْلَى بِمَقْدَارِ ١٨ ° ف عَنْ الْبَحْرِ الْمُحِيطِ بِهَا ، فَإِنَّ الرِّيحَ الْغَرْبِيَّةَ تُسَمِّدُ الْحَرَارَةَ مِنَ التَّيَّارِ ، وَتَهْبُؤُ إِلَى دَاخِلِ الْبِلَادِ ، فَتَدْفِي الْجُزُرَ . وَفِي الصَّيْفِ ، يَكُونُ التَّيَّارُ أَفْرَدٌ مِنَ الْأَرْضِ ، فَتَهْبُؤُ نَسَائِمُهُ بَارِدَةً . وَبِنَفْسِ الطَّرِيقَةِ تَقْرِيْبًا ، فَإِنَّ تَيَّارَاتِ الْمُحِيطِ ثَلُطُفَ مَنَاحِ الْقَارَاتِ فِي الْعَالَمِ . فَمَثَلًا ، فَإِنَّ تَيَّارِي بِيرو وَبَنجَوِيلَا الْبَارِدَيْنِ ، يُرِذَانِ الشَّوْاطِي الْغَرْبِيَّةَ لِأَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ وَأَفْرِيْقِيَا عَلَى التَّرْتِيبِ ، وَتَيَّارُ كَالِيفُورْنِيَا يُحْدِثُ رِيَا حَا مُنْعِشَةً عَلَى السَّاحِلِ الْغَرْبِيِّ لِلْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ .

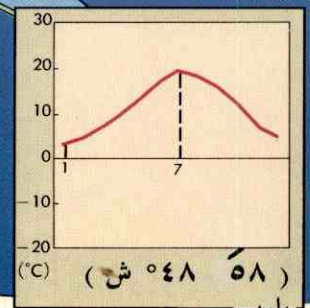
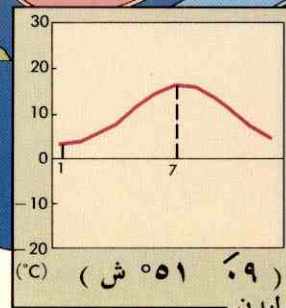
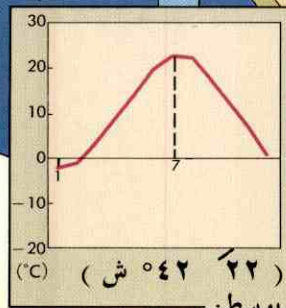
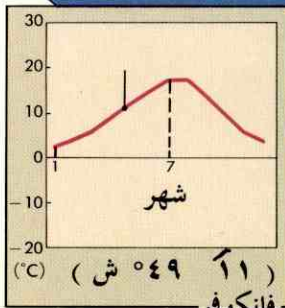
مُتَوَسِّطُ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ فِي الْعَالَمِ



٦. التَّيَّارَاتُ الْبَحْرِيَّةُ وَالْمَنَاحُ



المُتَوَسِّطُ الشَّهْرِي لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ



7 سُرْعَةُ التَّقَدُّمِ وَثَمَنُهُ

مُنْذُ بَدَأَ الْخَلِيقَةَ ، وَالْإِنْسَانُ يُجَاهِدُ لِتَطْوِيرِ بَيْتِهِ لِتُنَاسِبَ
اِحْتِيَاجَاتِهِ ، وَتَجْعَلَ حَيَاتَهُ أَسْهَلَ ، وَأَكْثَرَ رَاحَةً . وَالْآنَ ،
بَعْدَ مَلَائِينَ السِّنِينَ ، فَإِنَّ كُلَّ جُزْءٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ
تَقْرِيْبًا ، يَشْهَدُ عَلَى ذَلِكَ .

وَقَدْ أَخَذَ التَّقَدُّمُ أَشْكَالًا كَثِيرَةً . فَفِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ ،
كَانَ لِلْسُّدُودِ الَّتِي أُنْشِئَتْ عَلَى نَهْرِ التَّيْسِي فِي الثَّلَاثِينَاتِ
وَالْأَرْبَعِينَاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْحَالِي ، الْفَضْلُ فِي التَّحْكُمِ فِي
الْفَيْضَانِ وَتَرْوِيدِ مَا يَقْرُبُ مِنْ ٨٠٠٠٠ مِيلٍ مُرَبَّعٍ
بِالْكَهْرَبَاءِ وَهِيَ تُغَطِّي مَنَاطِقَ تَيْسِي وَأَجْزَاءً مِنْ سِتِّ وِلَايَاتٍ
جَنُوبِيَّةٍ أُخْرَى . وَفِي الْأَرَاضِي الْوَاطِئَةِ (هولندا) ، بُنِيَ نِظَامٌ
مُحْكَمٌ مِنَ الْحَوَاجِزِ عَلَى مَدَى قُرُونٍ طَوِيلَةٍ ، فَسَاعَدَ
الْهُولَنَدِيِّينَ عَلَى اسْتِرْدَادِ أَكْثَرِ مِنْ ١,٩ مِلْيُونِ فِدَانٍ أَرْضٍ
مِنَ الْبَحْرِ . وَقَدْ حَوَّلَ الرُّيَّ ، الْأَرَاضِي الْقَاحِلَةَ إِلَى حُقُولٍ
تُرْخَرُ بِالْمَحَاصِيلِ . فَشَكَرًا لِلَّهِ سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى الَّذِي هَدَى
الْإِنْسَانَ إِلَى التَّفَكِيرِ فِي كُلِّ ذَلِكَ .

وَلَا يَعْتَمِدُ التَّقَدُّمُ دَائِمًا عَلَى التَّقْنِيَّةِ ، بَلْ قَدْ يَكُونُ لِمَهَارَةِ
الْإِنْسَانِ أَثَرُهُ الْكَبِيرُ فِي هَذَا الْمَجَالِ . فَحُسْنُ رِعَايَةِ الْأَرْضِ
تُسَبِّبُ ارْتِدْهَارَهَا الْمُسْتَمَرَّ . وَتُحْطِيطُ الْمَدُنُ بِنَظَرَةٍ مُسْتَقْبَلِيَّةٍ
يُسَاعِدُ عَلَى حَلِّ مُشْكِلاتِ الْإِمْتِدَادِ الْحَضَارِيِّ .

وَتَمَنُّ التَّقَدُّمِ الرَّئِيسِي ، هُوَ إِفْسَادُ الْبَيْئَةِ . وَتَوْضُحُ
الصَّفَحَاتِ التَّالِيَةِ أَنَّ التَّحْطِيطَ الْحَكِيمَ يُسَاعِدُ الْعُنْصُرَ
الْبَشَرِيَّ عَلَى التَّمَتُّعِ بِمَرَايَا التَّقَدُّمِ ، وَيُقَلِّلُ قَدْرَ الْإِمْكَانِ
آثَارِهِ الْجَانِبِيَّةِ السَّلْبِيَّةِ .

مَدِينَةُ صَنْ سِيْتِي فِي الْأَرِيْزُونَا ، وَقَدْ ظَهَرَتِ الْمَنَازِلُ فِي حَلَقَاتٍ تُحِيطُ
بِنَوَاقٍ مِنَ الْمَحَلَّاتِ وَالْمَدَارِسِ .



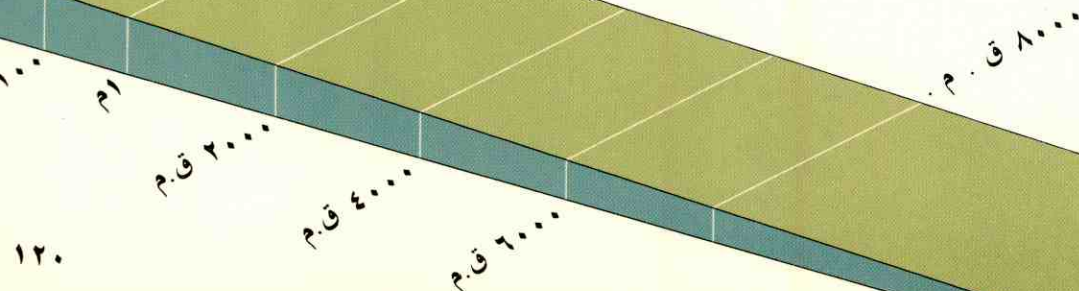
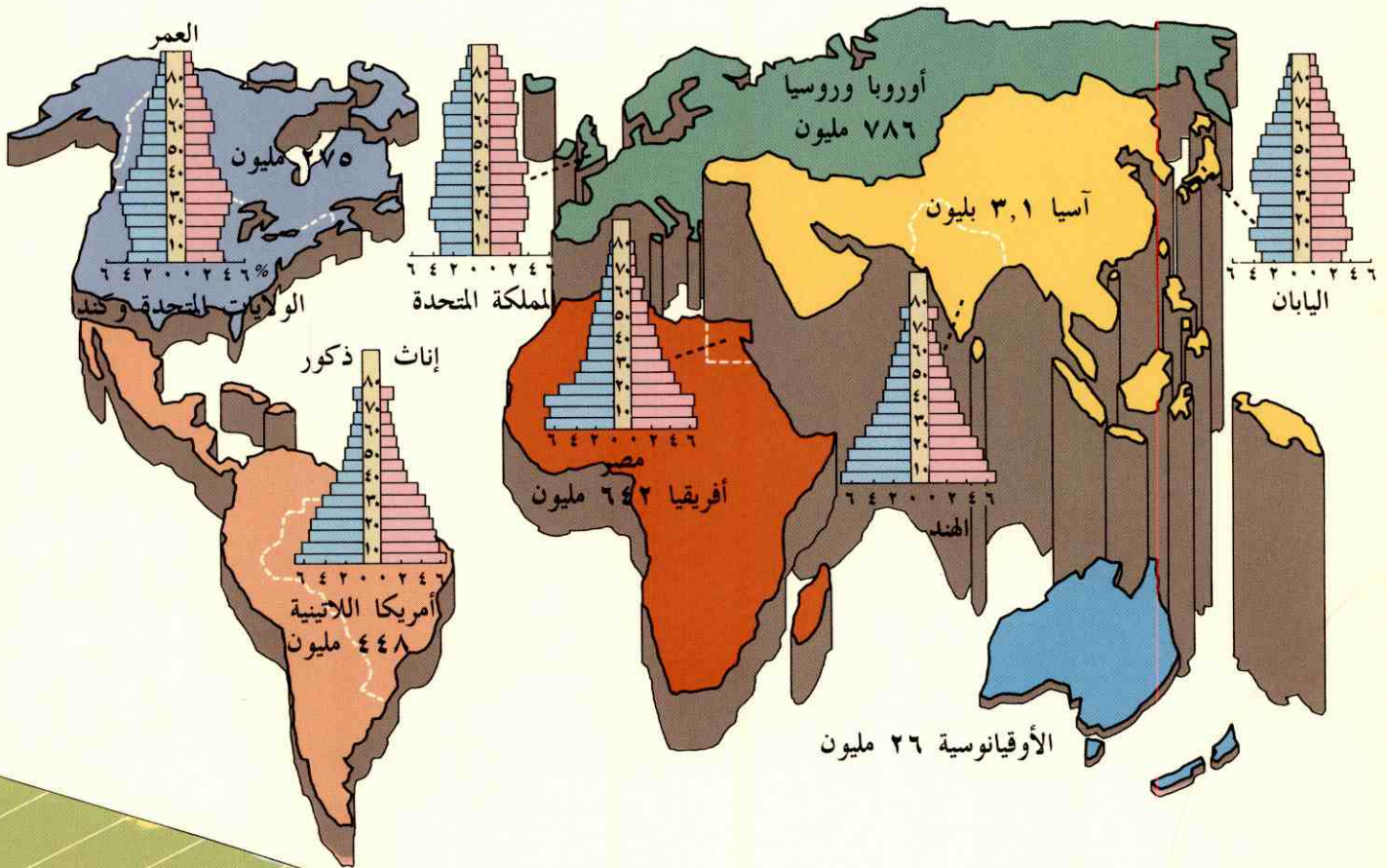
مَا هُوَ الانفجار السكاني؟

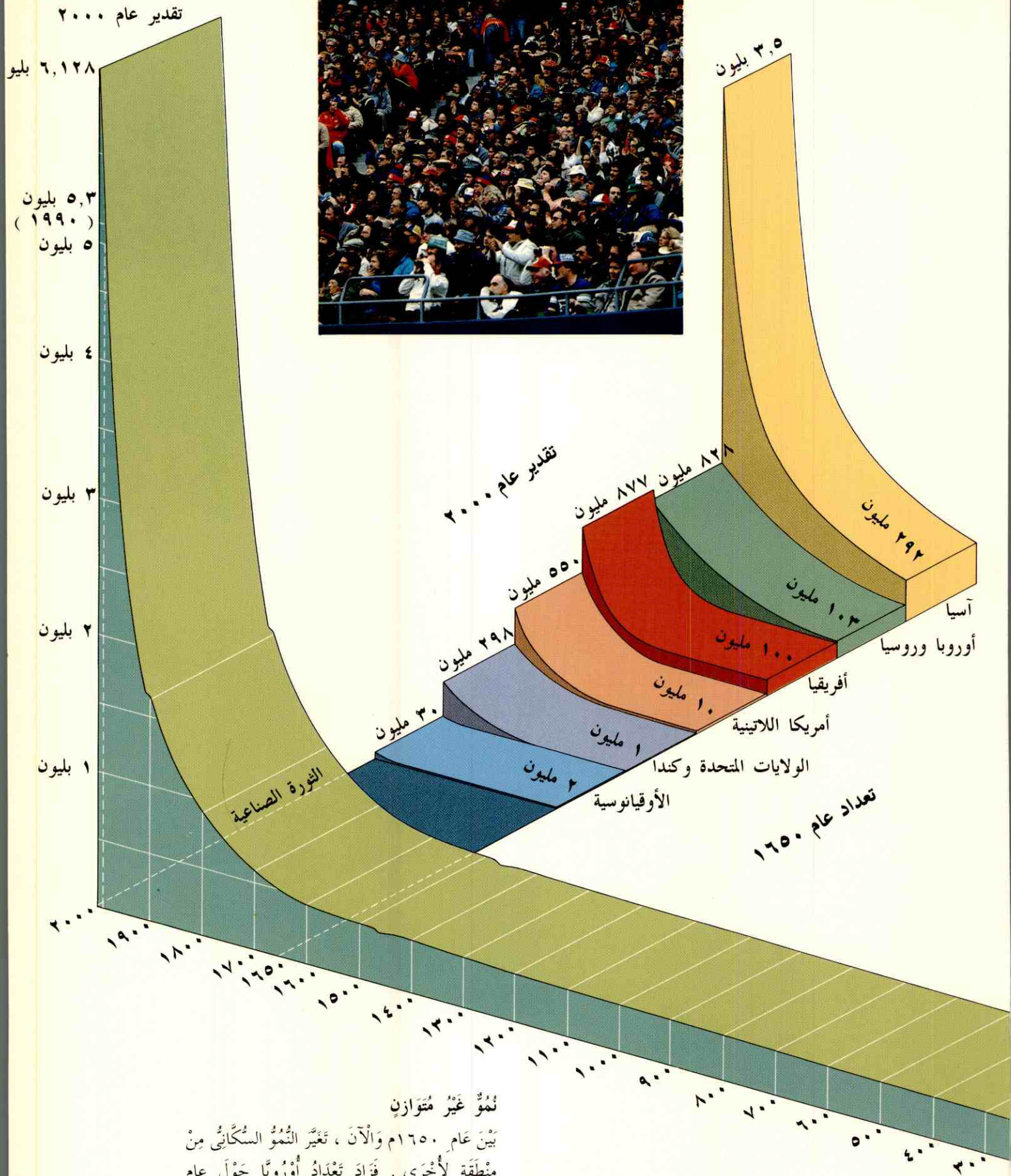
والسبب الرئيسي للانفجار السكاني هو تزايد أمد الحياة للفرد ففي منتصف القرن السابع عشر ، كان متوسط عمر الفرد ٤٠ سنة فقط . ولكن الاكتشافات الطبية المتواصلة والتحسين في مستوى المعيشة خلال القرون القليلة الأخيرة ، رفع أمد الحياة إلى ٦٣ سنة . وقد أثر الاقتصاد أيضا على النمو السكاني . فالبلاذ ذات الاقتصاد القوي الثابت يزداد تعدادها ببطء ، بينما يزداد تعداد الدول النامية بسرعة . وهذه الظاهرة صعبت على الدول النامية تحقيق النجاح والنمو الاقتصادي .

قدّر العلماء السكان على الأرض منذ ١٠٠٠٠ سنة ، بنحو ٨ ملايين نسمة . وزحف العدد إلى حوالي ٣٠٠ مليون في السنة الميلادية الأولى ، واستغرق حتى منتصف القرن السابع عشر ليتضاعف إلى ٦٠٠ مليون . وانفجر عدد السكان مع بداية القرن التاسع عشر . ففي عام ١٨٥٠ كان عدد سكان العالم بليون فرد ، وفي عام ١٩٣٠ وصل إلى ٢ بليون . ومع هذا التصاعد النسبي في النمو ، فإن تعداد السكان عام ٢٠٠٠ قد يصل إلى ٦ بلايين . (خط الزمن ، أسفل ومقابل)

العمر والتوزيع والسكان (عام ١٩٩٠)

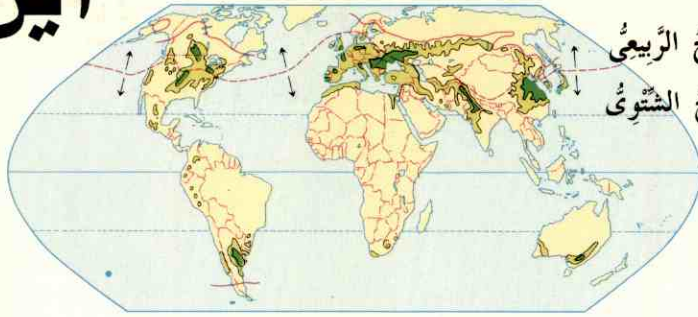
الأهرامات على الخريطة التالية تبين تفصيل العمر والتوزيع لمجتمعات مختلفة . فدولة كالهند ، هرمها قاعدته أكثر اتساعا من قمته ، تتوقع زيادة سكانية كبيرة مع تقدم عمر المواطنين الصغار . أما إنجلترا ، ذات الهرم المنتظم الشكل ، فإن الزيادة السكانية تكاد تكون منتظمة .





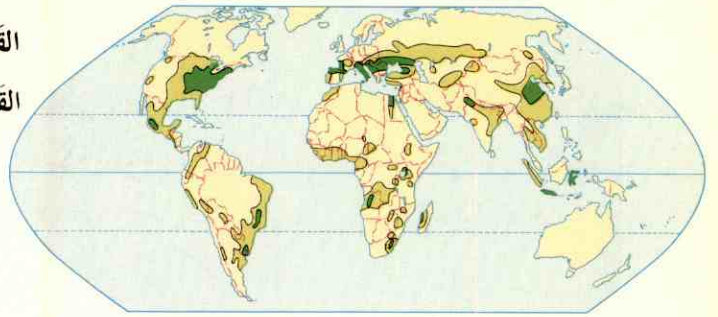
نُموٌّ غَيْرُ مُتَوَازِنٍ
بَيْنَ عَامِ ١٦٥٠م وَالآنَ ، تَغَيَّرَ النُّمُوُّ السُّكَّانِيُّ مِنْ
مِنْطَقَةٍ لِأُخْرَى . فَزَادَ تَعْدَادُ أَوْرُوبَا حَوْلَ عَامِ
١٧٦٠ بِسَبَبِ الثَّوْرَةِ الصَّنَاعِيَّةِ ، وَفِي الْقَرْنِ
الْعَاشِرِينَ ، أَصْبَحَ أَسْرَعُ نُمُوُّ سُكَّانِي فِي آسِيَا
وَأَفْرِيقِيَا وَآمَرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ .

القَمْحُ الْعَظِيمُ



إنتاج وفير إنتاج قليل

مَنَاطِقُ الذَّرَّةِ



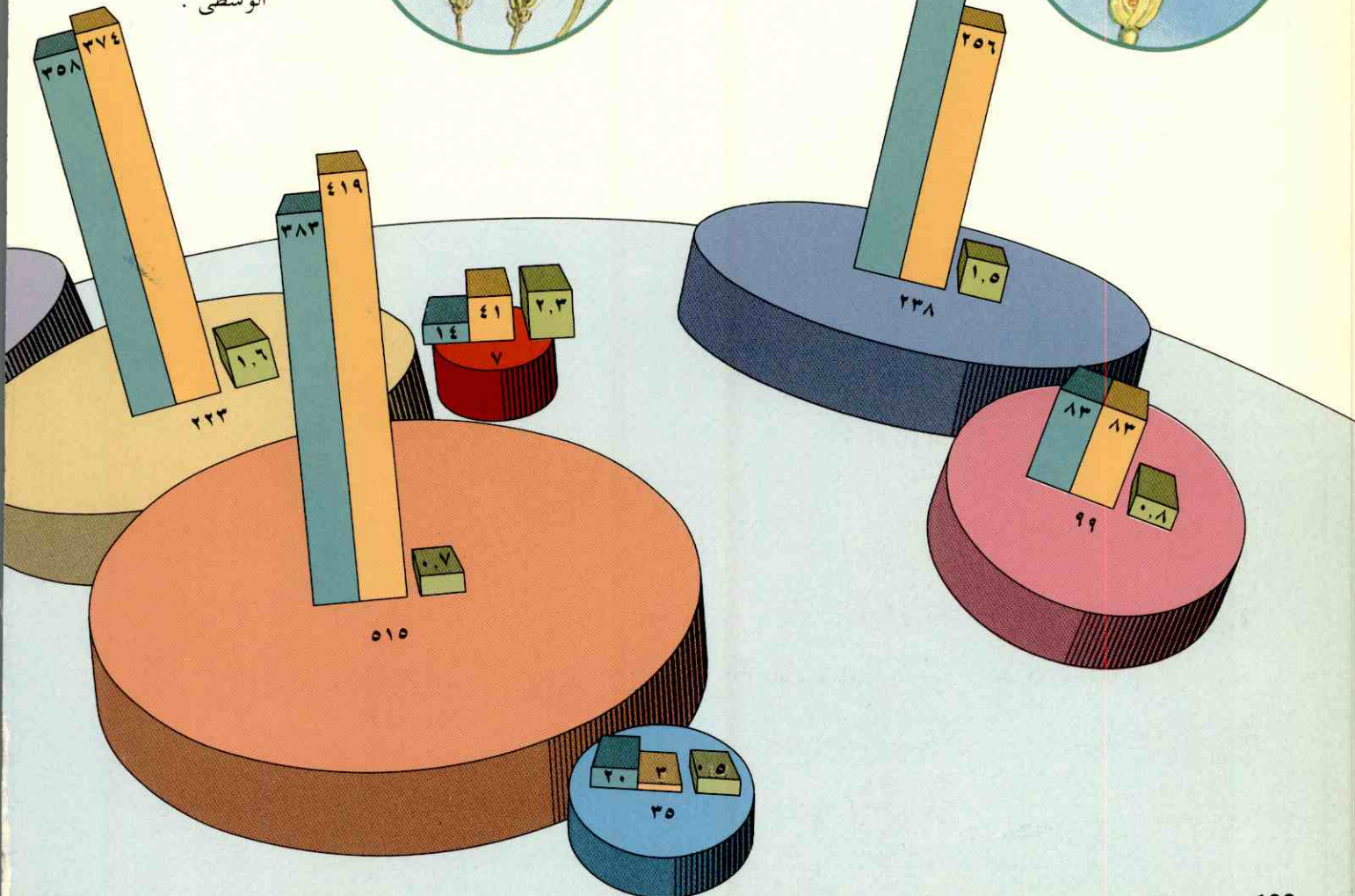
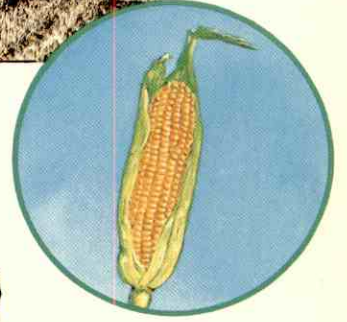
إنتاج وفير إنتاج قليل



دَرَّاسَةٌ تَدْرُسُ الْقَمْحَ فِي
السُّهُولِ الْكَبِيرَةِ
بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ
الْوَسْطَى .

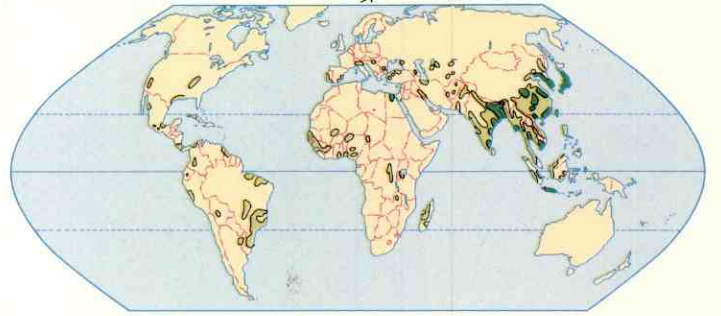


حَصَادَةٌ تُصَبُّ كَيْزَانَ
الذَّرَّةِ فِي صِنَادِيقِ الْحُبُوبِ
الْمُلْحَقَةِ بِجَرَّارٍ .



تنتج الحبوب؟

الأرز في العالم



إنتاج قليل إنتاج وافر



مزارعون يَحصدون محصول الأرز بأيديهم في حقْل في تايلاند .

حبوب الكرة الأرضية

تُبْن هذه الأعمدة كمّية الحبوب المنتجة والمستهلكة في مناطق مختلفة على الأرض . والدول الصناعية تُنتج وتستهلك أكبر كمّية من الحبوب ، وتزرع كذلك حبوباً أكثر على مساحات أقل .

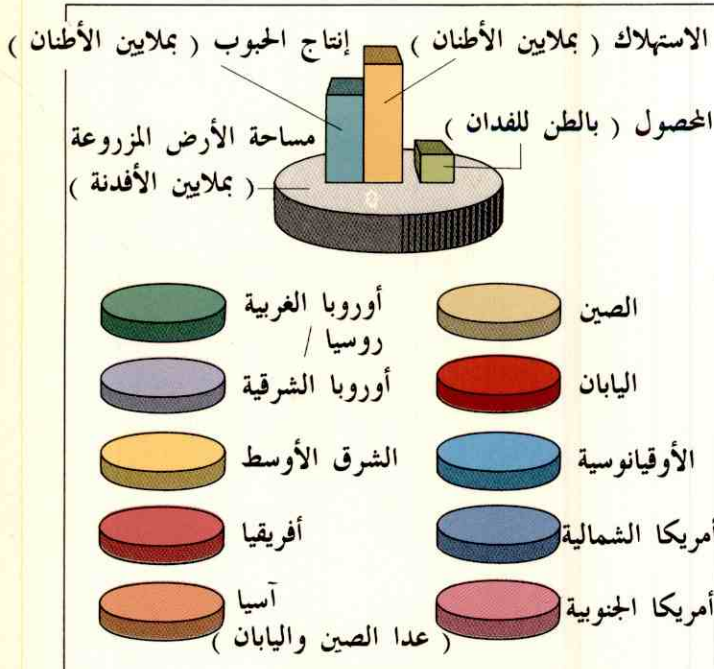


تُعْطَى نصف الإحتياجات الغذائية البشريّة من ثلاثة حُبوب هي القمح والأرز والدّرة . ففي كثير من البلاد ، يُودَى ضَعْف أحد هذه المحاصيل إلى أرزات طاحنة .

والقمح هو أكثر الحبوب زراعةً ، فهو يُزرع في جميع القارّات عدا الأنتاركتيكا . وفي معظم البلاد ، يُمكن إنبائه في الربيع والصيف والشتاء . ويبلغ مجموع محصول القمح في العالم حوالي ٦٠٠ مليون طنّ متريّ من الحبوب في السنة .

والأرز هو الغذاء الرئيسيّ لنصف سكّان العالم . وينمو أكثر من ٩٥٪ من محاصيله في الشرق الأقصى ، خاصةً في الهند والصين ، حيث تتوافر ظروف نموه المثالية من رطوبة وسواحل منخفضة خصبة . ويُنتج الفدان الواحد من الأرز ضعف الكمّية التي يُنتجها فدان من القمح . ويتمركز إنتاج الدّرة في الولايات المتحدة . وتختلف الدّرة عن القمح والأرز في أنها لا تُستهلك بواسطة البشر فقط ، فحوالي ٨٠٪ من الإنتاج تتغذى عليه الثروة الحيوانية أو تُصنع منه منتجات أخرى كزيت الدّرة .

ويُبلغ الإنتاج السنويّ العالميّ من الدّرة حوالي ٥٠٠ مليون طنّ متريّ (الطن المتريّ = ١٠٠٠ كيلو جرام) .



مَا هِيَ الْبِلَادُ الْمَصْدِرَةُ لِلأَخْشَابِ؟

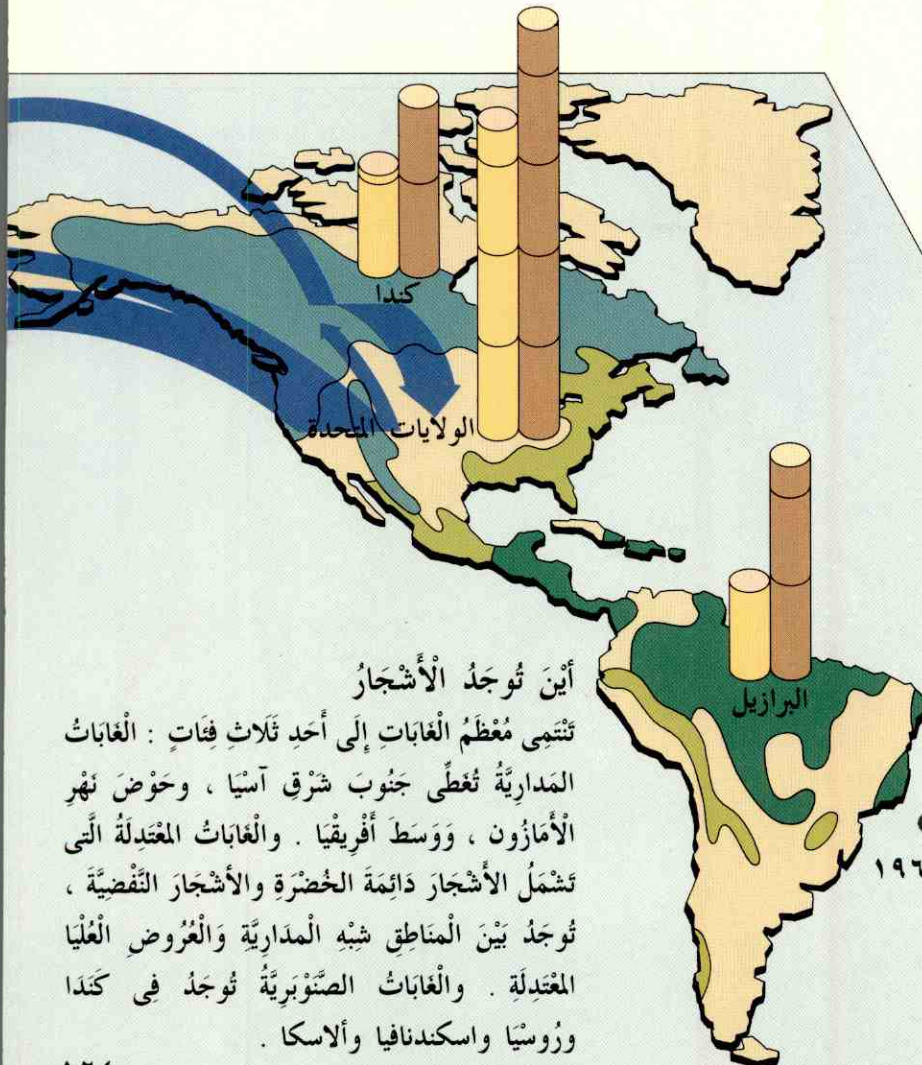
وَمَعَ عَامِ ١٩٩٠ كَانَ يَتَمَّ قَطْعُ ٤٢ مِلْيُونِ فِدَانٍ مِنَ الْغَابَاتِ
الْإِسْتَوَائِيَّةِ فِي السَّنَةِ عَلَى مُسْتَوَى الْعَالَمِ . وَقَدْ حَدَّرَ الْعُلَمَاءُ
مِنَ الْأَضْرَارِ الَّتِي تُصِيبُ الْبَيْئَةَ مِنْ جَرَاءِ نَقْصِ أَكْسِجِينِ الْجَوِّ
الَّذِي كَانَتْ تُنتِجُهُ هَذِهِ الْغَابَاتُ .



قَاطِعُو أَخْشَابٍ يَحْمِلُونَ الْجُدُوعَ عَلَى شَاحِنَةٍ فِي إِحْدَى
الْغَابَاتِ الْمَدَارِيَّةِ الْمَطِيرَةِ فِي بُورْنِيو . وَهَذَا النَّوعُ مِنَ
الْجُدُوعِ الْمَقْطُوعَةِ مُتَلَفٌ لِلْغَابَاتِ .



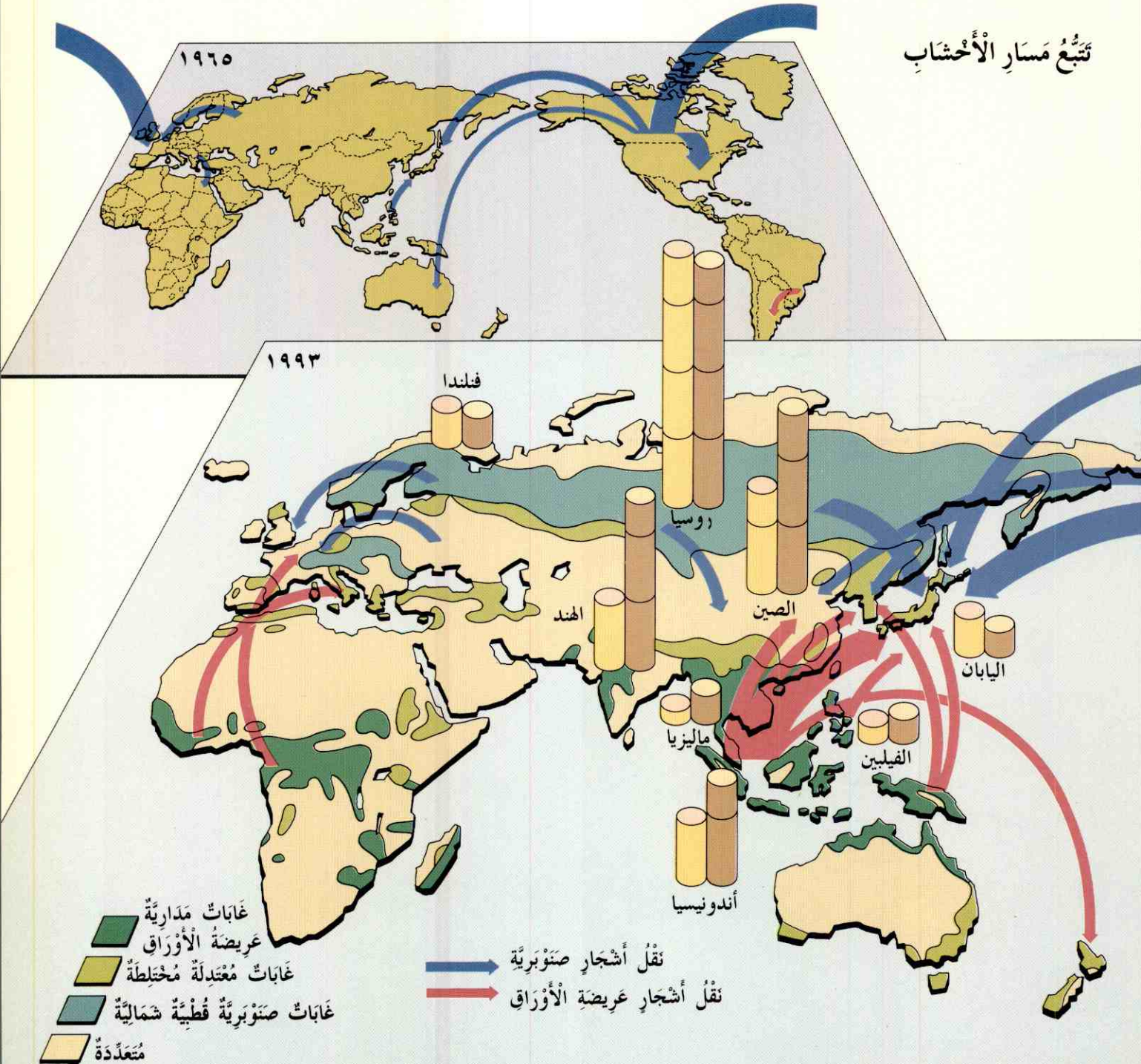
تُصَدَّرُ كَنَدَا أَكْثَرُ مِنْ خُمْسِ أَخْشَابِ الْعَالَمِ . وَيَظْهَرُ
أَعْلَى ، غَابَاتُ صَنْوَبَرِيَّةٍ مَخْرُوطِيَّةٍ تُعْطَى بَعْضُ أَرْضِيَّيْهَا .



وَالْغَابَاتِ الْمَدَارِيَّةِ الْمَطِيرَةِ فِي مَالِيزِيَا هِيَ كَثْرٌ لِمَجْمُوعَةِ
أَحْشَابِ السَّاجِ وَالْمَاهُوجَنِ وَغَيْرِهَا مِنَ الْأَحْشَابِ
الصُّلْبَةِ ، وَلَمْ يَتَمَّ قَطْعُ الْغَابَاتِ عَلَى نِطاقٍ وَاسِعٍ قَبْلَ
السَّبعِينِيَّاتِ . فَقَبْلَ ذَلِكَ ، كَانَ الْحَشَابُونَ فِي وَضْعٍ
حَرَجٍ أَمَامَ التَّنَوُّعِ الْكَبِيرِ لِلْأَشْجَارِ الَّتِي جَعَلَ مِنَ
الصَّعْبِ قَرَرِ الْأَحْشَابِ بِالْإِضَافَةِ إِلَى صُعُوبَةِ اسْتِخْلَاصِ
الْأَشْجَارِ مِنَ الْأَدْعَالِ الْكثِيفَةِ الْمُتَشَابِكَةِ الَّتِي تَنْمُو فِيهَا .
وَقَدْ أَمَكَّنَ التَّغْلُبُ عَلَى هَذِهِ الصُّعُوبَاتِ مَعَ تَقَدُّمِ تَقْنِيَّاتِ
الْقَطْعِ وَمُعَالَجَةِ الْأَحْشَابِ .

رَغْمَ أَنَّ الْبِلَادَ الْغَنِيَّةَ بِالْأَشْجَارِ كَانَتْ دَائِمًا تَبِيعُ
الْأَحْشَابَ لِلدُّوَلِ الَّتِي تَحْتَاجُهَا ، إِلَّا أَنَّهُ خِلَالَ الْقَرْنِ
الْعِشْرِينَ تَغَيَّرَتْ مَصَادِرُ الْأَحْشَابِ وَأَمَاكِنُ طَلَبِهَا .
فَمَثَلًا ، فِي عَامِ ١٩٦٥ كَانَتْ بَرِيطَانِيَا الْعُظْمَى هِيَ أَكْبَرُ
مُسْتَوْدٍ لِلْأَحْشَابِ ، أَمَّا أَكْبَرُ الْمُسْدِرِينَ فَكَانُوا كَنَدَا
وَفِنْلَنْدَا وَالسُّوَيْدَ وَرُوسِيَا وَالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةَ . وَفِي
الْوَقْتِ الْحَاضِرِ تُعْتَبَرُ الْيَابَانُ أَكْبَرُ مُسْتَوْدٍ ، وَأَكْبَرُ
الْمُسْدِرِينَ مَالِيزِيَا وَكَنَدَا وَرُوسِيَا الَّتِي يُشْكَلُونَ مَعًا نِصْفَ
كَمِّيَّةِ الْعَالَمِ الْمُسْدَرَةِ مِنَ الْأَحْشَابِ .

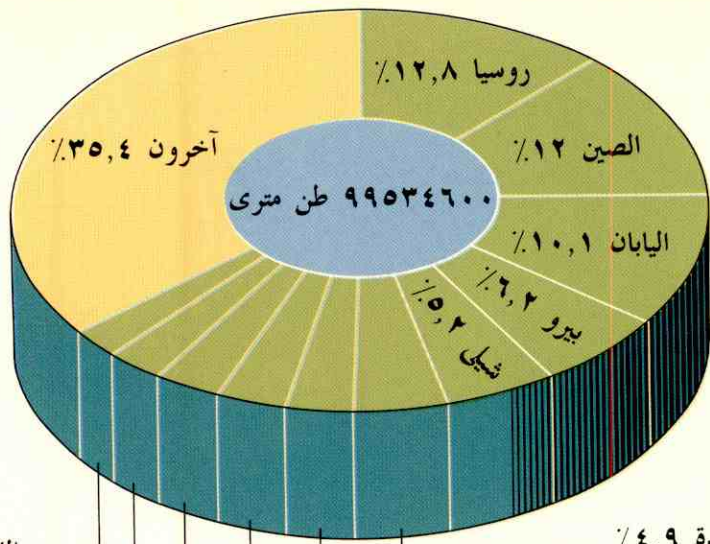
تَبِيعُ مَسَارِ الْأَحْشَابِ



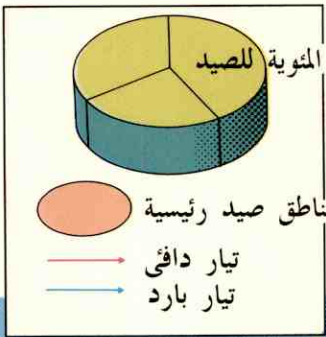
أَيْنَ يَتِمُّ صَيْدُ

حَصِيلَةُ الصَّيْدِ السَّنَوِيَّةِ

يُوضَحُ هَذَا الْقُرْصُ مِقْدَارَ صَيْدِ الْأَسْمَاكِ فِي دَوْلِ الْعَالَمِ سَنَةَ ١٩٨٩. وَيَبْلُغُ مَجْمُوعُ الصَّيْدِ فِي رُوسِيَا وَالصِّينِ وَالْيَابَانَ مَعًا حَوَالَى ثُلْثِ الْمَجْمُوعِ الْكُلِّيِّ لِلدُّوَلِ



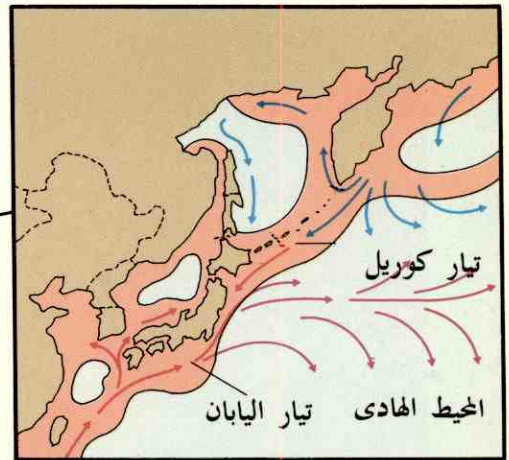
تفسير الأشكال والألوان



الفلبين ٢,١
أندونيسيا ٢,٣
تايلاند ٢,٨

الولايات المتحدة ٤,٩
الهند ٣,١
كوريا الجنوبية ٣,١

الْعَالَمِ الَّذِي يَبْلُغُ حَوَالَى ٩٩,٥ مِلْيُونِ طُنٍّ مِتْرِي. أَمَّا كُلُّ مِنْ بِيرو وَشِبِلِي وَالْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فَتَشْكُلُ حَوَالَى ٥٪ مِنَ الْجَمْلَةِ.

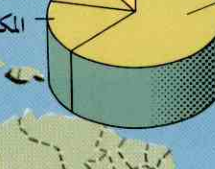


شَمَالُ غَرْبِ الْمُحِيطِ الْهَادِي : يَجْرِي تَيَّارُ أُوْيَاسِيُو الْبَارِدُ وَتَيَّارُ الْيَابَانَ الدَّافِي جَنَبًا إِلَى جَنَبِ قُرْبِ سَوَاحِلِ الْيَابَانَ ، فَيَكُونَانِ أَغْنَى مَنَاطِقَ صَيْدِ الْأَسْمَاكِ فِي الْعَالَمِ . وَأَهَمُّ أَسْمَاكِهَا السَّرْدِينُ وَالسَّلْمُونُ وَالْمَاكِيرِيلُ .

الأطلسي الشمالي للمحيط (١,١ مليون طن متري)



الولايات المتحدة (١,٨ مليون طن متري)



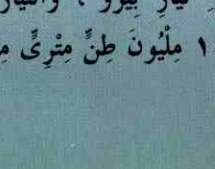
الأطلسي الغربي الأوسط (١,٧ مليون طن متري)



الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)



الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)



الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

الولايات المتحدة (١,٧ مليون طن متري)

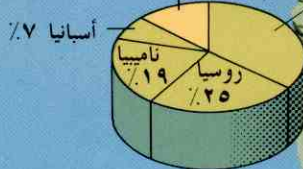
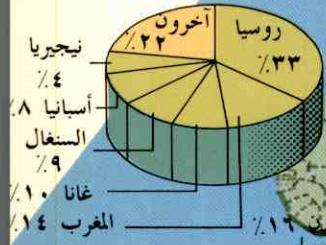
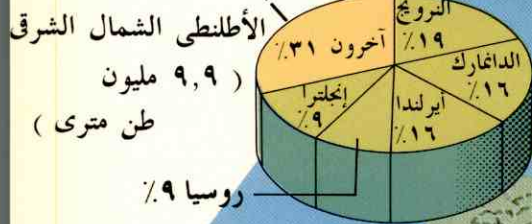
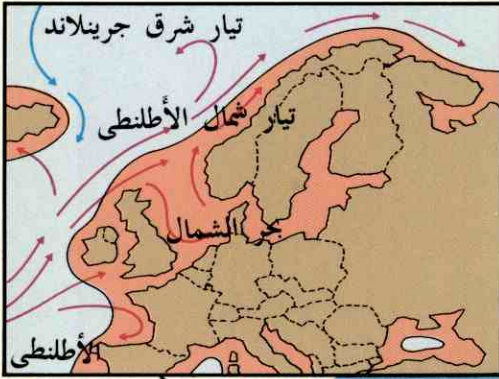
مُعْظَمُ الْأَسْمَاكِ ؟

تَجْمَعُ الْأَسْمَاكِ . وَتَبْيَضُ الْأَسْمَاكِ عَادَةً فَوْقَ الرِّفَارِفِ الْقَارِيَةِ حَيْثُ يَكُونُ الْمُحِيطُ ضَحَلًا ، وَهَذِهِ الْأَمَاكِنُ تُعْتَبَرُ مَصَائِدَ مِنَ الدَّرَجَةِ الْأُولَى .

وَيَتَوَافَرُ هَذَانِ الْعَامِلَانِ — التَّيَارَاتُ الْمُتَدَمِّجَةُ وَالرَّفُّ الْقَارِيُّ الْعَرِيضُ — فِي أَرْبَعِ مَنَاطِقَ رَئِيسِيَّةٍ هِيَ : الشَّمَالُ الْغَرْبِيُّ ، وَالْجَنُوبُ الشَّرْقِيُّ وَالْغَرْبُ الْأَوْسَطُ لِلْمُحِيطِ الْهَادِي ، وَالشَّمَالُ الشَّرْقِيُّ لِلْمُحِيطِ الْأَطْلَنْطِيِّ . وَالْبِلَادُ الْقَرِيبَةُ مِنْ هَذِهِ الْمَنَاطِقِ يَكُونُ فِيهَا صَيْدُ الْأَسْمَاكِ صِنَاعَةً كَبِيرَةً ، وَتَتَاوَلُ الْأَسْمَاكِ وَجَبَةً أَسَاسِيَّةً .

تَتَجَوَّلُ الْأَسْمَاكِ فِي مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ ، وَلَكِنَّهَا تَتَجَمَّعُ فِي مَنَاطِقَ قَلِيلَةٍ بِأَعْدَادٍ كَبِيرَةٍ تَجْعَلُ صَيْدَهَا تِجَارَةً رَابِحَةً . وَتَتَمَيَّزُ هَذِهِ الْمَنَاطِقُ بِتَوَافُرِ ظُرُوفٍ مُعَيَّنَةٍ . فَالْمَاءُ الدَّافِئُ جَدًّا يَطْرُدُ الْبَلَانِكُونَ الَّذِي تَتَعَدَّى عَلَيْهِ الْأَسْمَاكِ ، وَالْمَاءُ الشَّدِيدُ الْبُرُودَةُ لَا يَصْلُحُ لِاسْتِصْفَاةِ الْأَسْمَاكِ أَيْضًا . وَالْمِيَاهُ الْمُنَاسِبَةُ عِنْدَ أَمَاكِنِ انْتِفَاءِ التَّيَارَاتِ الدَّافِئَةِ وَالتَّيَارَاتِ الْبَارِدَةِ . وَيُحَدِّدُ غَمَقُ الْبَحْرِ أَيْضًا أَمَاكِنَ الْأَطْلَنْطِيِّ السَّخِي

بَحَارُ أَوْرُوبَا الشَّمَالِيَّةِ الَّتِي يَجْرِي فِيهَا أَحَدُ فُرُوعِ تَيَّارِ الْخَلِيجِ الدَّافِئِ فَوْقَ رَفِّ قَارِيٍّ وَاسِعٍ ، تُعْجُ بِأَسْمَاكِ الْغَدَاءِ التَّقْلِيدِيَّةِ مِثْلَ الْقَدِّ وَالرَّنْجَةِ وَالْمَاكِيرِيلِ . وَالشَّكْلُ التَّالِي (أَسْفَلَ) يُوضِّحُ النَّسَبَ الْمِئْوِيَّةَ لِمَسَاحَاتِ صَيْدِ الْأَسْمَاكِ وَإِنْتِاجِهَا عَامَ ١٩٨٩ فِي مَنَاطِقِ الْعَالَمِ .

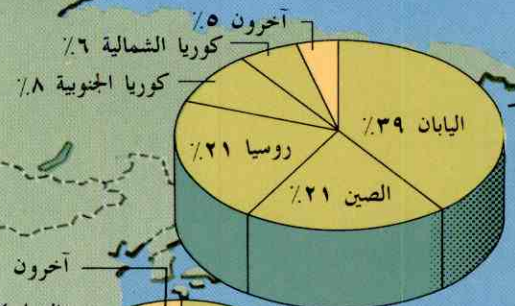


الأنتاركتيكا
(٠,٥ مليون طن متري)

غَرْبُ وَوَسْطُ الْمُحِيطِ الْهَادِي :

غَرْبُ وَوَسْطُ الْمُحِيطِ الْهَادِي هُوَ مَنَاطِقَةُ جَنُوبِ شَرْقِ آسِيَا وَاسْتْرَالِيَا ، وَهُوَ مَقَرُّ أَسْمَاكِ الثَّوْنَةِ وَالرُّوْيَانِ (الْجَمْبَرِي) وَالْبُونِيُو . وَمُعْظَمُ الرُّوْيَانِ الَّذِي يَتَمَّ صَيْدُهُ ، يُجَمَّدُ وَيُصَدَّرُ لِلْيَابَانِ .

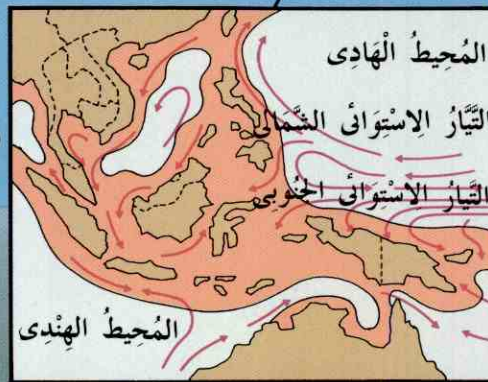
الهادي الشمالي الغربي
(٢٦,٣ مليون طن متري)



الغرب الأوسط للهادي
(٧,١ مليون طن متري)

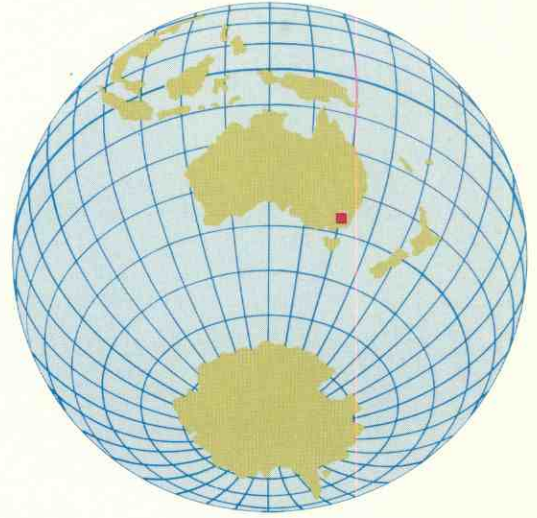


الهادي الجنوبي الغربي
(١ مليون طن متري)



مَا هِيَ الْمَدِينَةُ الْمَخْطُطَةُ؟

نَمَتْ مُعْظَمُ مُدُنِ الْعَالَمِ بِطَءٍ عَلَى مَدَارِ الْعُقُودِ وَالْقُرُونِ ،
دُونَ وُجُودِ خُطَّةٍ رَئِيسِيَّةٍ لِنُموِّهَا . وَقَلِيلٌ مِنْهَا ، اتَّخَذَ
شَكْلَهُ طَبَقًا لِمَشْرُعاتٍ دَقِيقَةٍ . وَفِي هَذِهِ الْمَجْتَمَعَاتِ الَّتِي
خُطِّطَتْ مُدُنُهَا ، فَإِنَّهُ يُوضَعُ تَصْمِيمٌ يَضُمُّ كُلَّ وَجْهِ
الْحَيَاةِ الْحَضَارِيَّةِ قَبْلَ الْبَدْءِ فِي بِنَاءِ أَوَّلِ مَبْنًى .
وَعَلَى الْعَكْسِ مِنَ التَّخْطِيطِ الشَّبَكِيِّ لِكَثِيرٍ مِنَ الْمُدُنِ غَيْرِ
الْمُخَطَّطَةِ ، فَإِنَّ الْمَدِينَةَ الْمَخْطُطَةَ تَجْعَلُ الشَّوَارِعَ قُطْرِيَّةً
حَيْثُ تُؤَدِّي الطَّرِيقُ الْعَرِيضَةُ إِلَى الْخُرُوجِ مِنَ الْمُنْتَزَهَاتِ
الْفَسِيحَةِ . وَكَأَثَرًا عَاصِمَةُ أَسْتْرَالِيَا الَّتِي صُمِّمَتْ عَامَ
١٩١١ هِيَ مِثَالٌ جَيِّدٌ لِلنَّجَاحِ فِي هَذَا الْإِتِّجَاهِ .



وَالدَّرُوسُ الْمُسْتَفَادَةُ فِي تَخْطِيطِ مَدِينَةٍ مُسْتَقْبَلِيَّةٍ قَدْ
تَسْتَفِيدُ بِهَا مَدِينَةٌ مُوجُودَةٌ بِالْفِعْلِ . فَقَدْ تَبَنَّتْ لَنْدُنْ خُطَّةً
لِلْإِمْتِدَادِ الْمُتَحَكِّمِ فِيهِ — خِلَالِ الثَّلَاثِينَاتِ وَالْأَرْبَعِينَاتِ
مِنْ هَذَا الْقَرْنِ — الَّتِي يُحَافِظُ عَلَى حِرَامِ أَحْضَرِ انْسَاعِهِ
١٠ أَمْيَالٍ مِنَ الْمُنْتَزَهَاتِ حَوْلَ الْمَدِينَةِ . وَرَغْمَ أَنَّ تَعْدَادَ
لَنْدُنْ فِي ١٩٩١ بَلَغَ حَوَالِي ٩,١ مِلْيُونَ نَسْمَةً ، إِلَّا أَنَّ
كَثَافَتَهَا السُّكَّانِيَّةَ ١٠٤٢٩ فَرْدًا فِي الْمِيلِ الْمَرْبَعِ ، وَهُوَ
يَبْلُغُ ١/٢٥ مِنْ الْكثَافَةِ السُّكَّانِيَّةِ فِي هُونْجْ كُونْجِ .

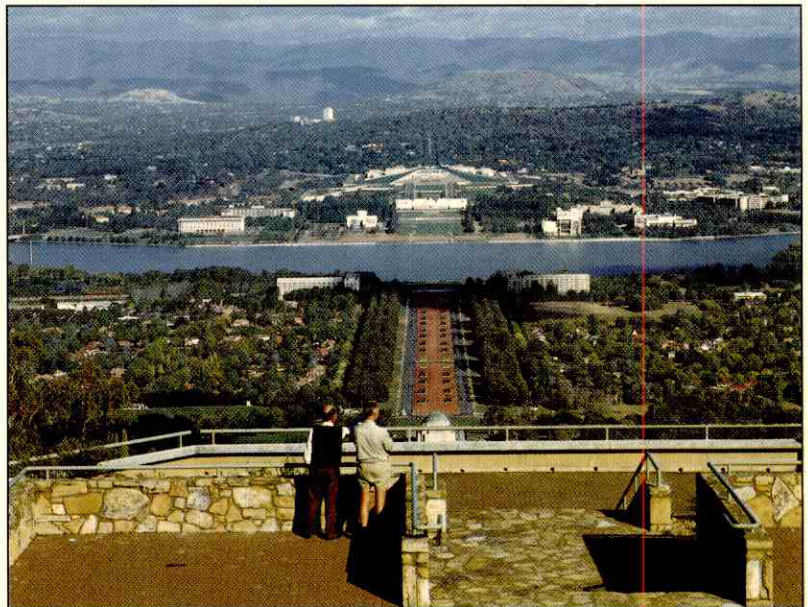
مَكَاثِبُ حُكُومِيَّةٌ	جامعات ومُستشفيات
مُنْتَزَهَاتٌ	وَمَخَارِزُ
اِسْتِخْدَامٌ صِنَاعِي	سُكْنِي

مَدِينَةٌ يُمَكِّنُ إِعَادَةَ النَّظَرِ فِيهَا

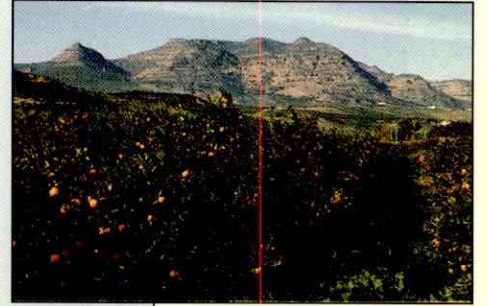
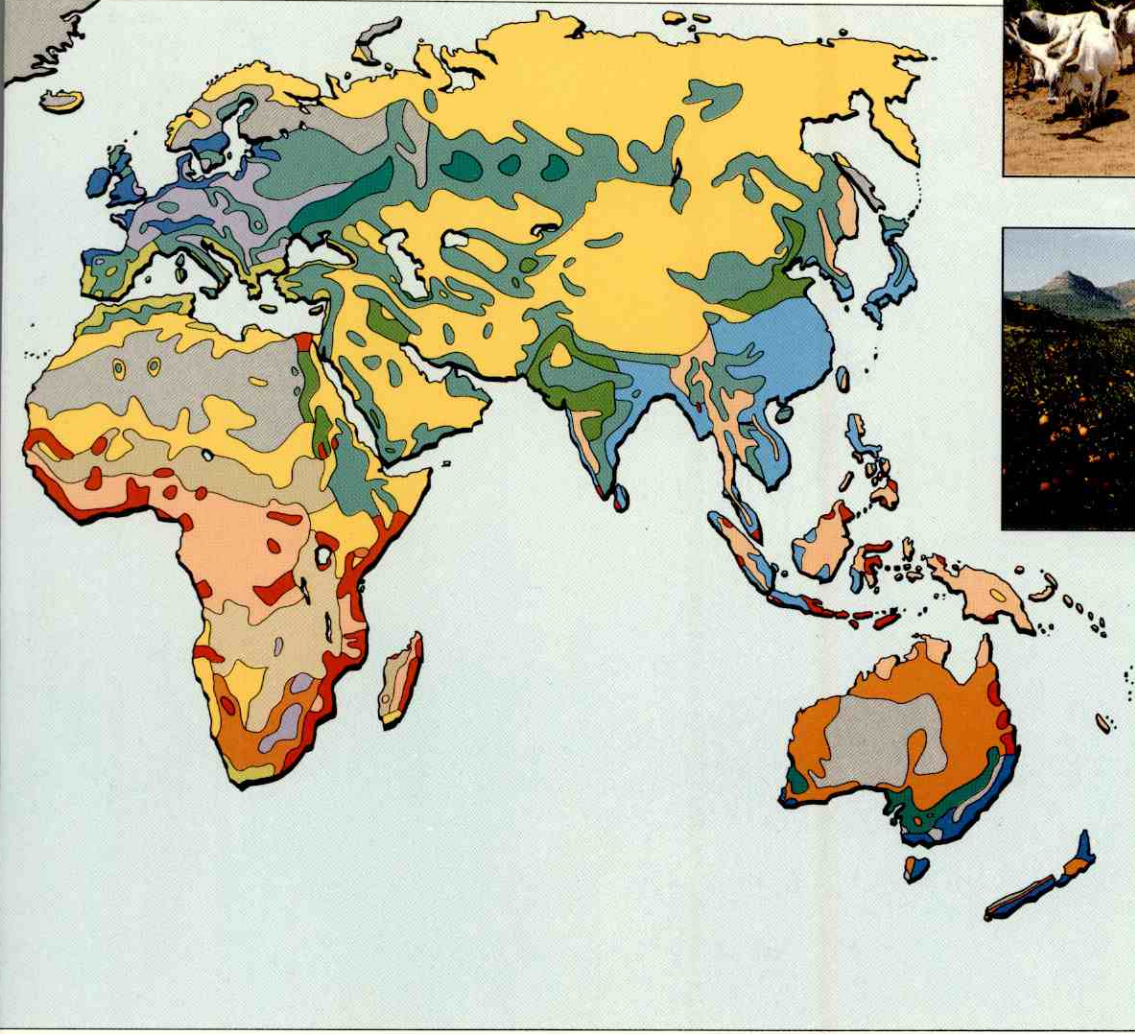
صَمَّمَ الْمُهَنْدِسُ الْمِعْمَارِيُّ وَالتَّرْبِيرِيُّ جَرِيفِن مِنْ شِيكَاغُو ، مَدِينَةَ
كَانْبَرَا ، وَسَمَّيْتُ بِاسْمِهِ الْبَحِيرَةُ الَّتِي تُقَسِّمُ هَذِهِ الْمَدِينَةَ إِلَى
مِنْطَقَتَيْنِ . وَتَتَجَمَّعُ مُعْظَمُ الْمَبَانِي الْحُكُومِيَّةِ فِي طَرِيقِي الْكُومُونُولْثِ
وَكِينْجَرِ الرَّئِيسِيِّينِ . وَتَتَوَرَّعُ الْمَسَاكِينُ وَالْمَدَارِسُ وَالْجَامِعَاتُ وَالْأَحْيَاءُ
التَّجَارِيَّةُ فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْمَدِينَةِ . وَتَتَكَدَّسُ مَصَانِعُ كَانْبَرَا فِي
مِنْطَقَةٍ حَوْلَ مَحْطَّةِ الْقِطَارِ جَنُوبَ الْحَوْضِ الشَّرْقِيِّ .

مَرَايَا التَّخْطِيطِ الْمُسَبِّقِ .

زَائِرَانِ عَلَى ارْتِفَاعِ ٢٧٦٢ قَدَمًا فَوْقَ جَبَلِ
أَنْسَلِي ، يَمْسَحَانِ مَدِينَةَ كَانْبَرَا الْمَخْطُطَةَ .
وَتَحْتَهُمَا مُبَاشَرَةً النُّصَبُ التَّذْكَارِي الْأَخْضَرُ
لِلْحَرْبِ الْأَسْتْرَالِيَّةِ الْأَمْرِيكِيَّةِ ، وَبَعْدَهُ طَرِيقُ
عَرِيضٍ يُسَمَّى أَنْزَاكْ بَارَادُ يُؤَدِّي إِلَى الْبَحِيرَةِ
الصَّنَاعِيَّةِ بِيرْلِي جَرِيفِن . وَعَلَى امْتِدَادِ هَذَا الشَّارِعِ
عَلَى الشَّاطِئِ الْبَعِيدِ لِلْبَحِيرَةِ يُوجَدُ مَبْنَى الْبَرْلَمَانِ
الْقَدِيمِ ، وَخَلْفَهُ مُبَاشَرَةً عَلَى قِمَّةِ هِلْ كَابَيْتَال ،
يُوجَدُ مَبْنَى الْبَرْلَمَانِ الْجَدِيدِ . وَرَغْمَ أَنَّ تَعْدَادَ
كَانْبَرَا ٣٠٠٠٠٠ نَسْمَةً إِلَّا أَنَّ أَحَدَ الْمُشَاهِدِينَ
لِلْمَدِينَةِ أَبْدَى مِلَاحَظَتَهُ بِوُجُودِ مَسَافَاتٍ كَافِيَةٍ بَيْنَ
الْمَبَانِي الْحَالِيَّةِ لِجَعْلِهَا تَبْدُو كَحَرَمٍ جَامِعَةٍ ضَخْمَةٍ
بَدَلًا مِنْ مَدِينَةٍ مُزْدَحَمَةٍ .

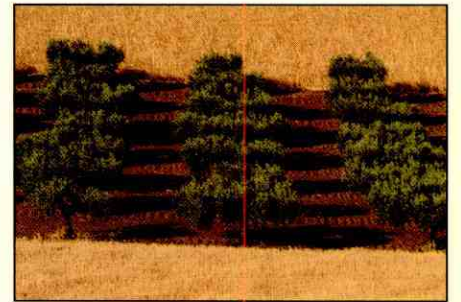


هل تتشابه جميع المزارع؟



أَحَدُ رِجَالِ الْقَبَائِلِ (أَعْلَى)
يَقُودُ قَطِيعًا مِنَ النِّيرَانِ عَبْرَ
حَقْلِ فِي السَّنْغَالِ . وَتَحْتَهَا
تُظْهَرُ أَشْجَارُ بُرْتُقَالٍ عَلَى
سَفْحِ جَبَلٍ فِي مَلَقَةِ
بَاسْطَانِيَا .

زراعة علمية زراعة حبوب تجارية زراعة اكتفاء ذاتي زراعة بستانية متخصصة
مختلطة مزارع البان تجارية زراعة تجارية مختلطة زراعات أخرى .
زراعة بحر متوسطية



آلة جَمْعِ الْقَطْنِ تَتَحَرَّكُ فِي أَحَدِ حُقُولِ
مِيسُورِي . وَتَرْتِيبُ دُولِ الْعَالَمِ الْمُنْتَجَةِ
لِلْقَطْنِ تَنَازُلِيًّا هِيَ الصِّينُ وَالْوَلَايَاتُ الْمُتَحِدَةُ
وَرُوسِيَا وَالْهِنْدُ وَبَاكِسْتَانُ .

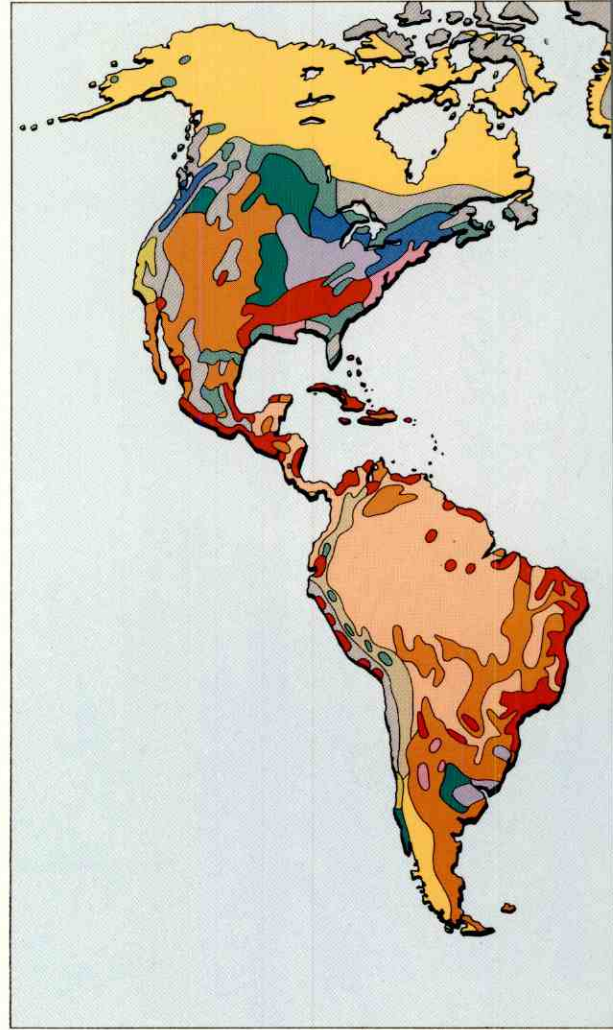
كَلْبُ حِرَاسَةِ الْأَغْنَامِ يُنْظَمُ قَطِيعًا فِي
أُسْتْرَالِيَا الَّتِي بِهَا ٢٠٪ مِنْ تَعْدَادِ أَغْنَامِ
الْعَالَمِ الْبَالِغَةِ ١٥٠ مِلْيُونِ رَأْسٍ . وَمِنْ
الدُّوَلِ الَّتِي تُرَبِّي أَعْدَادًا كَبِيرَةً مِنَ الْأَغْنَامِ
لِللَّحْمِ وَالصُّوفِ : رُوسِيَا وَالصِّينُ
وَنِيوزِيلَانْدَا وَالْهِنْدُ وَتُرْكِيَا .

صُفُوفٌ مُنْظَمَةٌ مِنْ أَشْجَارِ الزَّيْتُونِ تَسْتَقْبِلُ
أَشِعَّةَ الشَّمْسِ عَلَى جَزِيرَةِ صَقْلِيَّةِ فِي الْبَحْرِ
الْمَتَوَسِّطِ .

تَتَوَقَّفُ الزَّرَاعَةُ فِي أَى مَنطَقَةٍ عَلَى الْمُنَاحِ بِصِفَةِ أَسَاسِيَّةٍ . فَالْمَحَاصِيلُ الَّتِي يَلْزَمُهَا كَمِّيَّاتٌ كَبِيرَةٌ مِنَ الْمَاءِ — مِثْلُ الْأُرْزِ وَالْفَوَاكِهِ كَالْمَاجُوحِ وَالْمُوزِ — تَنْمُو جَيِّدًا فِي الْمَنَاطِقِ الْمَدَارِيَّةِ غَزِيرَةِ الْأَمْطَارِ . أَمَّا الْمَحَاصِيلُ الَّتِي تَحْتَاجُ مِيَاهًا أَقَلَّ مِثْلُ الْقَمْحِ وَالشَّعِيرِ وَالشِّلْمِ وَالشُّوفَانَ — فَإِنَّهَا تَزْدَهَرُ فِي الْمَنَاطِقِ الْمُعْتَدِلَةِ الْأَكْثَرِ جَفَافًا . وَالْمَحَاصِيلُ الْجَذْرِيَّةُ مِثْلُ الْبُطَاطِسِ يُمَكِّنُهَا مُوَاسِلَةُ النُّمُوِّ فِي الْجَفَافِ الْمُؤَقَّتِ إِذَا اسْتَقَرَّ هَذَا النُّمُوُّ . وَيُؤَثِّرُ عَلَى نَجَاحِ الْمَحْصُولِ عَوَامِلٌ أُخْرَى مِنْهَا دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ بِالْمَنَاطِقَةِ ، وَجُودَةُ التُّرْبَةِ ، وَطُولُ النَّهَارِ وَنَوْعُ الْأَرْضِ .

وَمَلَايِنُ الْأَفْدِنَةِ الَّتِي تُحْرَثُ الْيَوْمَ كَانَ يُعْتَقَدُ فِي يَوْمٍ مَا أَنَّهَا غَيْرُ صَالِحَةٍ لِلزَّرَاعَةِ . وَرُبَّمَا كَانَتْ جَافَةً جَدًّا ، أَوْ شَدِيدَةً الْإِنْحِدَارِ ، أَوْ فَقِيرَةً التُّرْبَةِ فَلَمْ تَسْهَلْ زِرَاعَتُهَا . وَلَكِنْ بِاسْتِخْدَامِ التَّقْنِيَّاتِ كَالرِّيِّ وَزِرَاعَةِ الْمَدْرَجَاتِ وَالتَّسْمِيدِ تَمَكَّنَ الْمَزَارِعُونَ الْمُحَلِّيُّونَ مِنْ تَحْوِيلِ هَذِهِ الْبَقَاعِ الْقَاحِلَةِ إِلَى حُقُولٍ غَنِيَّةٍ .

وَفِي عَامِ ١٩٣٦ وَضَعَ أَحَدُ أَسَاتِذَةِ الْجُغَرَاْفِيَا فِي هَازْفَارْدِ يُدْعَى دِيرونت وِيتلزي ، نِظَامًا لِتَصْنِيفِ الْأَرْضِ وَفَقًّا لَوْضُعِهَا الزَّرَاعِي . وَتُظْهِرُ مَنَاطِقُ وِيتلزي الـ ١٣ فِي الْخَرِيطَةِ (يَمِين) ، وَتُوضِّحُ أَنْمَاطَ اسْتِخْدَامِ الْأَرْضِ فِي الْعَالَمِ .



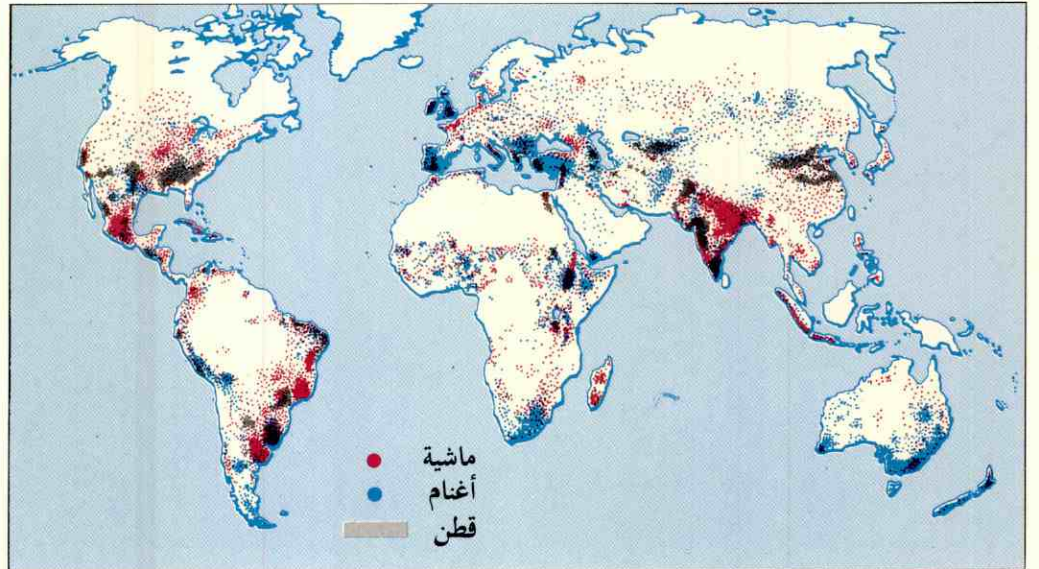
المَنَاطِقُ الزَّرَاعِيَّةُ فِي الْعَالَمِ .
يُظْهِرُ عَلَى الْخَرِيطَةِ تَقْسِيمُ وِيتلزي لِلْأَرْضِ الزَّرَاعِيَّةِ فِي الْعَالَمِ . وَقَدْ أَضَافَتْ التَّقْنِيَّاتُ الْحَدِيثَةُ بَعْضَ مِسَاحَاتِ الْأَرْضِ الصَّالِحَةِ لِبَعْضِ أَنْوَاعِ الزَّرَاعَةِ .

مَاشِيَّةٌ تَنْتَظِرُ تَصْدِيرَهَا فِي أَحَدِ الْأَفْنِيَّةِ الْمُؤَقَّتَةِ فِي الْعَرَبِ الْأَوْسَطِ . يُرَبَّى فِي الْعَالَمِ أَكْثَرُ مِنْ ١,٣ بِلْيُونِ رَأْسٍ مَاشِيَّةٍ .

زِرَاعَةٌ مُسْتَقَرَّةٌ وَاسِعَةٌ
زِرَاعَةُ أُرْزٍ
لِلْاِكْتِفَاءِ الدَّاقِ
اِكْتِفَاءٌ ذَاتِي دُونَ أُرْزٍ
رَعْيٌ
تَرْبِيَةُ الْمَوَاشِي تِجَارِيًّا
زِرَاعَةٌ مُثْقَلَةٌ



وَأَكْبَرُ الْبِلَادِ تَرْبِيَةً لِلْمَاشِيَّةِ هِيَ الْبِرَازِيلُ وَالْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ وَرُوسِيَا وَالصِّينَ وَالْهِنْدَ وَالْأُرْجَنْتِينَ .



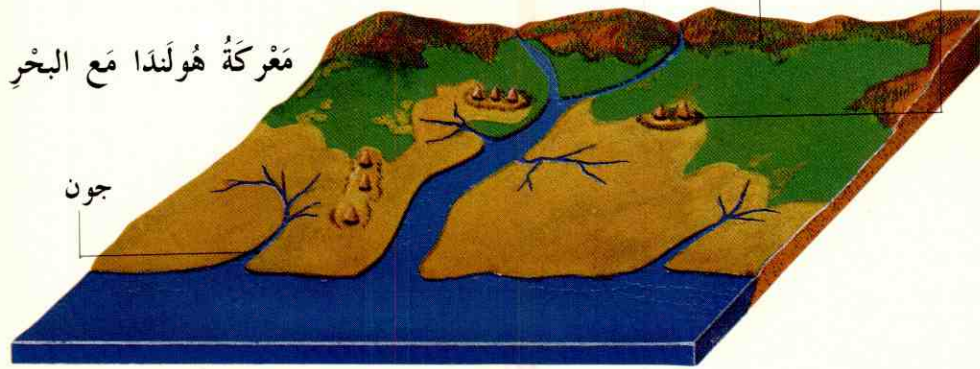
مَاشِيَّةٌ
أَغْنَامُ
قَطَنُ

حماية اليابسة من غزو البحر؟

يُعاني سُكَّانُ الْأَرْضِ الْوَاطِئَةِ مِنْ نَقْصِ الْأَرْضِ حَيْثُ يَعِيشُ ١٥ مِليُونًا مِنَ الْبَشَرِ فِي مِسَاحَةٍ تُبْلَغُ نِصْفَ فَرَجِينَا الْغَرِبِيَّةِ . وَعَبْرَ قُرُونٍ مِنَ الْجُهُودِ الْهَنْدَسِيَّةِ الْمُخْلِصَةِ ، تَمَكَّنَ الْهُولَنْدِيُّونَ مِنْ اسْتِرْدَادِ حَوَالِي ٢ مِليونَ فِدَّانٍ كَانَ الْبَحْرُ قَدْ غَمَرَهَا .

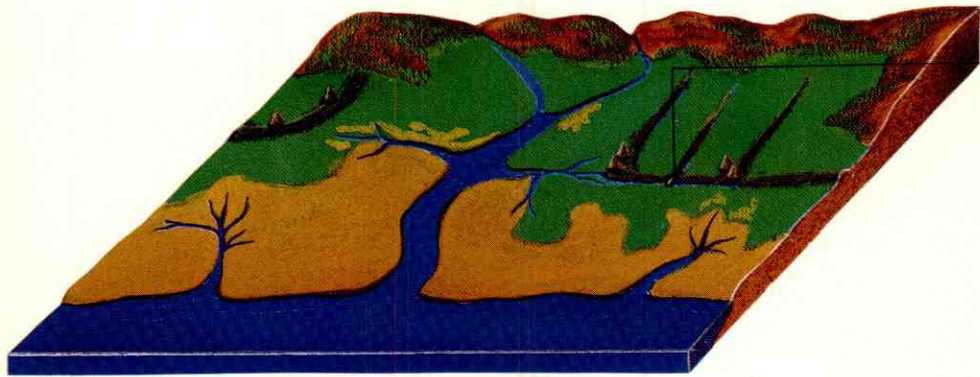
فَمُنْذُ حَوَالِي ٤٥٠ ق . م . بَدَأَ السُّكَّانُ الْأَوَّلُ فِي بِنَاءِ تِلَالٍ صَغِيرَةٍ سُمِّيَتْ مَوَانِعَ ، لِتَحْفَظَ مَزَارِعَهُمْ فَوْقَ مُسْتَوَى الْمَدِّ الْأَعْلَى وَالْفَيْضَانَاتِ الَّتِي كَانَتْ تَغْمُرُ مَانِعَ أَرْضِ رَمْلِيَّةٍ مُرْتَفَعَةٍ

الْأَرْضِ دُورِيًّا . وَفِي الْقَرْنِ ١٢ ، بَدَأَ الْمُزَارِعُونَ يُوصِلُونَ الْمَوَانِعَ بِحَوَائِلٍ تُصُدُّ الْمِيَاهَ ، سُمِّيَتْ الْحَوَاجِزُ . وَالْمِنْطَقَةُ الَّتِي يُطَوِّفُهَا حَاجِزٌ ، يُمَكِّنُ تَصْرِيفَ مِيَاهِهَا بِقَنَوَاتٍ أَوْ بِمِصْحَاحَاتٍ تُدِيرُهَا طَوَاحِينُ هَوَائِيَّةٌ . وَعِنْدَمَا تَرَجَعَتْ مِيَاهُ الْبَحْرِ ، تَكْشِفُتُ أَرْضٌ صَالِحَةٌ لِلزَّرَاعَةِ . وَبَلَغَ بِنَاءُ الْحَوَاجِزِ فِي هُولَنْدَا عَصْرَهُ الذَّهَبِيَّ عَامَ ١٩٣٢ ، عِنْدَمَا أَكْمَلَتِ الْحُكُومَةُ سَدًّا طَوْلُهُ ١٩ مِيلًا بِعَرَضٍ مَدْخُلِ بَحْرِ زَوِيدِرْزِي ، فَزَادَتْ مِسَاحَةُ أَرْضِ الْبِلَادِ بِمِقْدَارِ ٦٢٦ مِيلًا مُرَبَّعًا أَوْ مَا يُعَادِلُ ٥٪ تَقْرِيْبًا .

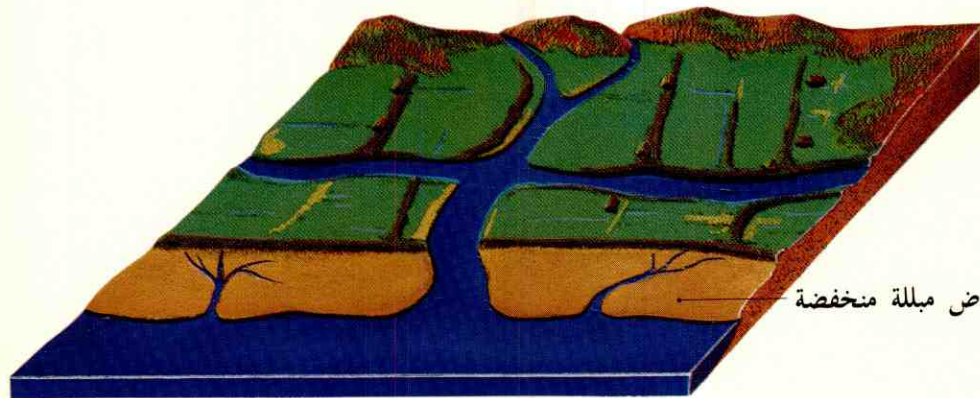


مَعْرَكَةٌ هُولَنْدَا مَعَ الْبَحْرِ

اتِّخَاذُ الْخُطْوَةِ الْأُولَى
بَنَى سُكَّانُ الْأَرْضِ الْمُنْخَفِضَةِ
الْأَوَّلُ — الْفَرِيزِيَان — تِلَالًا تُرَابِيَّةً
سُمِّيَتْ الْمَوَانِعَ بِحَيْثُ ظَلَّتْ جَافَةً
لِارْتِفَاعِهَا عَنْ مُسْتَوَى فَيْضَانِ الْمِيَاهِ .
وَاتَّسَعَتْ هَذِهِ الْمَوَانِعُ تَدْرِيْجِيًّا ،
لِتَحْمِيَ مِسَاحَاتٍ أَكْبَرَ .



بَوَابَةُ تَحْكَمُ لِلتَّصْرِيفِ الْمَائِي



أَرْضٌ مَبْلَلَةٌ مَنْخَفِضَةٌ

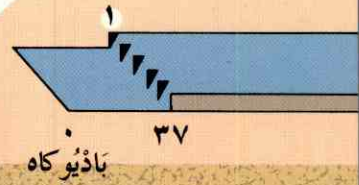
بِنَاءُ الْحَوَاجِزِ .
لَمْ يَكُنْ يَتِمُّ التَّارِيسُ لِتَصِلَ بَيْنَ الْمَوَانِعِ —
فَتَكُونُ الْحَوَاجِزُ . وَكَانَ الْمُزَارِعُونَ
يُصْرِفُونَ الْمِيَاهَ فِي الْأَرْضِ الْمَحَاطَةِ
بِالْحَوَاجِزِ . فَعِنْدَ خُلُوثِ الْجُزْرِ تُفْتَحُ
فُتُوحَاتُ التَّصْرِيفِ (أَوْ بَوَابَاتُ
التَّحْكَمِ — بَعْدَ ذَلِكَ) لِلتَّخْلُصِ مِنْ
أَيِّ مِيَاهٍ أَثَرَتْ عَلَى الْحَوَاجِزِ خِلَالَ الْمَدِّ
الْمُرْتَفِعِ .

تَوَجِيهُ الْمِيَاهِ الدَّاخِلِيَّةِ
تَرَسَّبَتِ الرُّوَاسِبُ فِي الْمِيَاهِ بَيْنَ
الْحَوَاجِزِ ، وَكَوْنَتْ مُسْتَنْقَعَاتٍ .
فَبُنِيَتْ حَوَاجِزُ أُخْرَى لِتَعْزِلَ
الْمُسْتَنْقَعَاتِ ، ثُمَّ صُرِفَتْ الْمِيَاهُ مِنْهَا .
وَتَحَرَّكَتِ الْمِيَاهُ فِي الْأَرْضِ الدَّاخِلِيَّةِ
خِلَالَ قَنَوَاتٍ وَسَطَ الْحَوَاجِزِ .

هَيئَة وَادِي تَيْسِي ؟

وَقَدْ حَوَّلَتْ هَذِهِ السُّدُودُ النَّهْرَ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِنَ الْبَحِيرَاتِ فِي مَسَافَةٍ ٦٥٠ مِيلًا ، بَيْنَ بَادْيُوكَاهُ بَكْتَاكِي ، حَتَّى نوكس فيل بتيسى . وَأَكْبَرُهَا بُحِيرَةُ كَتَاكِي الَّتِي يَبْلُغُ طُولُهَا ١٨٥ مِيلًا . وَتَتَّصِلُ الْبَحِيرَاتُ بِنِظَامٍ مِنَ الْأُهْوَسَةِ . وَلِهَذَا فَإِنَّ الطَّرِيقَ الْمَائِيَّ كُلَّهُ صَالِحٌ لِلْمَلَاخَةِ بِوَسِطَةِ الصَّنَادِلِ بِإِرَاحَةٍ غُلُوبَةٍ حَتَّى ٩ أَقْدَامٍ . وَقَدْ تَمَّ الِاسْتِفَادَةُ مِنَ التَّجَرِبَةِ النَّاجِحَةِ لِلْهَيْئَةِ فِي إِنتَاجِ طَاقَةِ كَهْرَبِيَّةٍ رَخِيصَةٍ لِمَسَاحَةٍ كَبِيرَةٍ ، فِي مَنَاطِقٍ أُخْرَى أَهْمُهَا وَادِي نَهْرَى كَلُورَادُو ، وَكُولُومِيَا . وَأَشْهُرُ الْمَشْرُوعَاتِ عَلَى أَتْهَارِ الدُّوَلِ الْأُخْرَى هِيَ : عَلَى نَهْرِ الْمِيكُونْجِ فِي جَنُوبِ شَرْقِ آسِيَا ، وَنَهْرِ الدَّامُودَارِ فِي الْهِنْدِ ، وَنَهْرِ النَّيْلِ فِي مِصْرَ .

فِي عَامِ ١٩٣٣ أُنْشِئَ الْكُونْجَرَسُ الْأَمْرِيكِيُّ هَيْئَةَ وَادِي تَيْسِي (ت . في . إى) وَأُسْنَدَ إِلَيْهَا مُهِمَّةُ تَنْمِيَةِ الْمَصَادِرِ الطَّبِيعِيَّةِ لِوَادِي نَهْرِ تَيْسِي . وَمُنْذُ ذَلِكَ الْحِينِ ، شِيدَتْ هَذِهِ الْهَيْئَةُ ٣٩ سَدًّا ، وَمَحْطَتَيْنِ نَوْرِيَّتَيْنِ لِلْقُوَى الْكَهْرَبِيَّةِ ، وَ ١١ مَحْطَةً كَهْرَبِيَّةً بِالْفَحْمِ عَلَى طُولِ نَهْرِ تَيْسِي وَرَوَافِدِهِ . وَنَتِيجَةً لِدَٰلِكَ ، فَإِنَّ مَشَارِيعَ هَذِهِ الْهَيْئَةِ غَطَّتْ بِأَكْثَرِ مِنْ ١٠٠ بِلْيُونِ كِيلُوَوَاتِ سَاعَةٍ مِنَ الْكَهْرَبَاءِ ، مِسَاحَةً تَبْلُغُ ٨٠٠٠٠ مِيلَ مُرَبَّعٍ ، وَتَشْمَلُ سَبْعَ وِلَايَاتٍ هِيَ تَيْسِي وَكَتَاكِي وَفَرَجِينَا وَنُورْتِ كَارُولِينَا وَجُورْجِيَا وَالْأَبَامَا وَالْمِيسِيسِى .



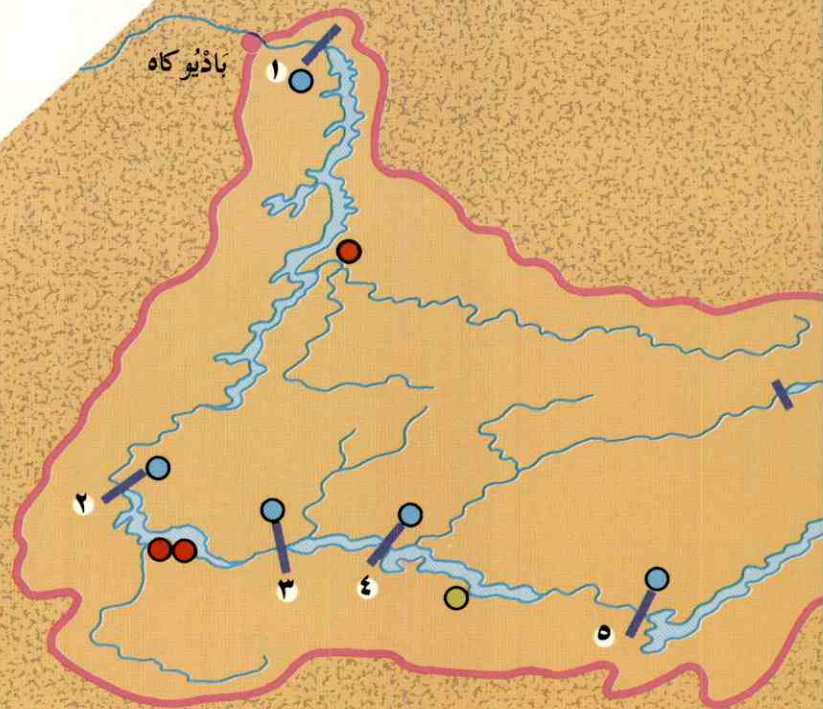
■ مَنَاطِقَةُ نُفُودِ الْهَيْئَةِ



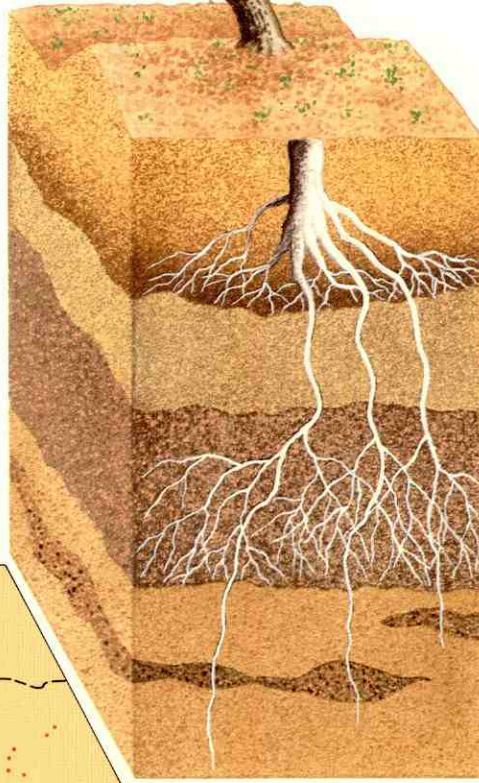
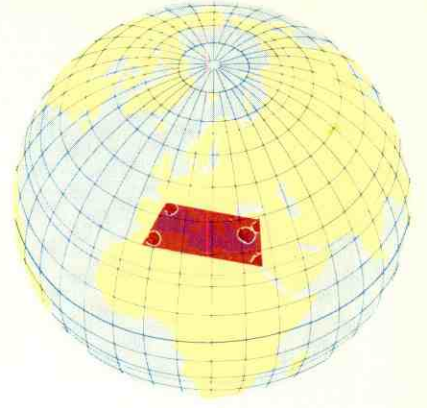
يَرْتَفِعُ سَدُّ نُورِيسِ ٢٦٥ قَدَمًا فَوْقَ نَهْرِ كَلَنْشِ فِي تَيْسِي ، وَهُوَ أَوَّلُ سَدِّ كَهْرَبِيَّ مَائِيٍّ .



أُقِيمَتْ مَحْطَةُ سَدِّ فُونْتَانَا لِلْقُوَى الْكَهْرَبِيَّةِ (فَوْقَ) بِجَوَارِ نَهْرِ تَيْسِي الصَّغِيرِ فِي نُورْتِ كَارُولِينَا .



أَيْنَ يَنْمُو العِنَبُ وَالزَّيْتُونُ؟



سَارِقُو الْمَاءِ .
تَعِيشُ كَرَمَةُ الْعِنَبِ فِي الْمَنَاطِقِ
الَّتِي لَا يَتَوَافَرُ فِيهَا الْمَاءُ طَوْلَ
الْعَامِ . فَجُذُورُهَا تَتَعَمَّقُ فِي
التُّرْبَةِ بَاحِثَةً عَنِ الْمِيَاهِ ،
وَتَتَجَاوَزُ طَبَقَاتِ التُّرْبَةِ الْجَفَاءَةِ .
وَبِمُجَرَّدِ عُنُورِهَا عَلَى طَبَقَةِ
رَطْبَةٍ تَمْتَدُّ جُذُورُهَا بِزَوَائِدِهَا
الشَّعْرِيَّةِ لَتَمْتَصَّ الْمَاءَ بِأَمْلَاجِهِ
الْعَنِيَّةِ .

حِزَامُ الصَّغْطِ الْمُرْتَفِعِ الْقُطْبِي

تيار نفث

الرَّيَاحُ الشَّرْقِيَّةُ الْقُطْبِيَّةُ

حِزَامُ الصَّغْطِ الْمُنْخَفِضِ شِبْهِ الْقُطْبِي

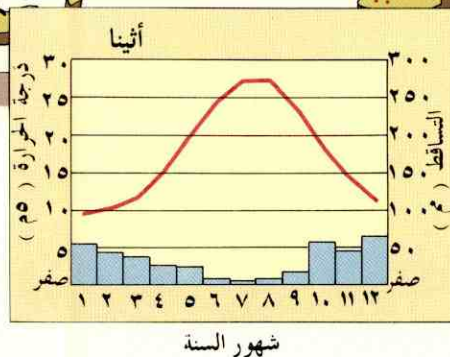
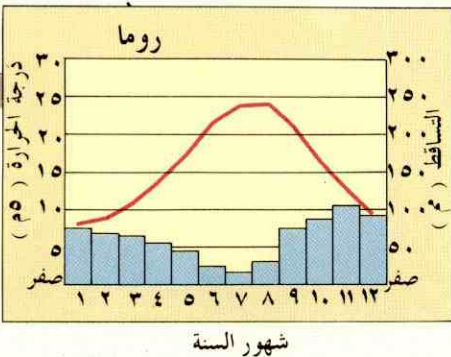
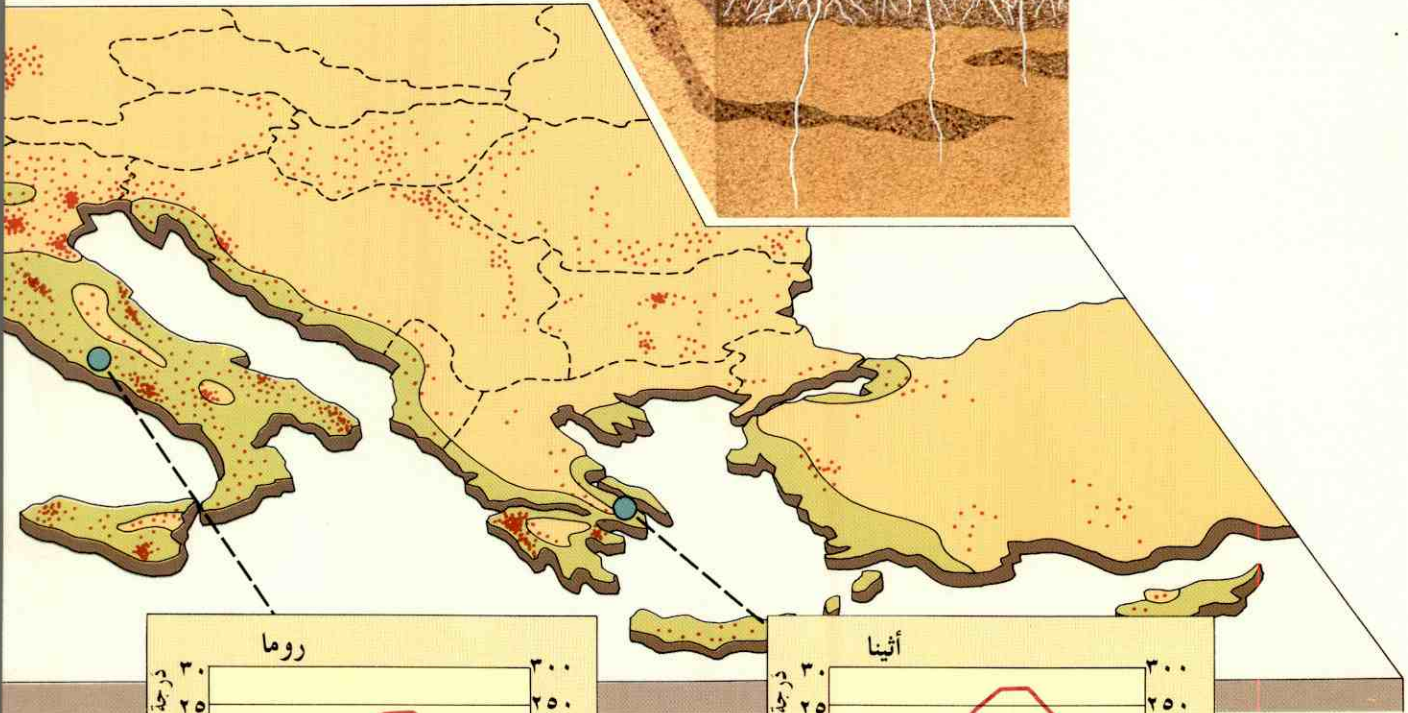
مِنْطَقَةُ الصَّغْطِ الْمُرْتَفِعِ

رياح غربية

فِي الْعُرُوضِ الْوُسْطَى

رِيَّاحٌ تِجَارِيَّةٌ شَمَالِيَّةٌ شَرْقِيَّةٌ

نِطَاقُ الصَّغْطِ الْمُنْخَفِضِ الْإِسْتَوَائِي



المحاصيل والطقس

يَسُودُ سَوَاحِلَ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ فِي
الصَّيْفِ ، مِنْطَقَةٌ ضَعِيفٌ مُرْتَفِعٌ
تُحْفَظُ الْمِنْطَقَةُ دَافِئَةً جَافَةً .
وَعَلَى الْعَكْسِ فِي الشِّتَاءِ ، تَهْبُ
رِيَّاحُ الضَّعْفِ الْمُخَفِّضُ مِنْ
الْغَرْبِ حَامِلَةً الْأَمْطَارَ . وَتَزْدَهْرُ
كَرْمَاتُ الْعِنَبِ وَأَشْجَارُ الزَّيْتُونِ
فِي هَذِهِ الظُّرُوفِ .

يُنتِجُ الْعِنَبُ وَالزَّيْتُونُ بِوَفْرَةٍ فِي جَمِيعِ دُولِ الْبَحْرِ
الْمُتَوَسِّطِ . فَقَدْ زُرِعَتْ الْأَشْجَارُ وَالكَرْمَاتُ مِنْذُ ٣٠٠٠
ق.م. عَلَى الْأَقْلَ لِأَنَّ مُنَاخَ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ مِثَالِي بِالنِّسْبَةِ
لَهَا .

وَمَعَ أَنَّ حَوْضَ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ يَمْتَارُ بِمُنَاخٍ مُعْتَدِلٍ ،
وَشِتَاءٍ رَطْبٍ ، إِلَّا أَنَّهُ مَعْرُوفٌ أَيْضًا بِصَيْفِهِ الْجَافِ
الْحَارِّ . وَالتَّيَّابَاتُ الَّتِي تَزْدَهْرُ فِي هَذِهِ الْبَيْئَةِ يَجِبُ أَنْ
تَتَحَمَّلَ نَوْبَاتٍ مِنَ الْجَفَافِ حَتَّى يَعُودَ مَوْسِمُ الْمَطَرِ .
وَهَذَا مُنَاسِبٌ لِأَشْجَارِ الزَّيْتُونِ الَّتِي تُفَضِّلُ الْبَيْئَةَ الْجَافَةَ .
وَكَرْمَاتُ الْعِنَبِ أَيْضًا يُمَكِّنُهَا التَّكْيُفُ مَعَ نَقْصِ مُعَدَّلِ
التَّسَاقُطِ ، فَجَذُورُهَا تَتَعَمَّقُ كَثِيرًا فِي التُّرْبَةِ ، كَمَا أَنَّهَا
تَمْتَدُّ حَتَّى طُولَ ١٠٠ قَدَمٍ .

مُنَاخٌ تَنْدُرًا قُطْبِي

مُنَاخٌ شَبِهُ قُطْبِي رَطْبٍ

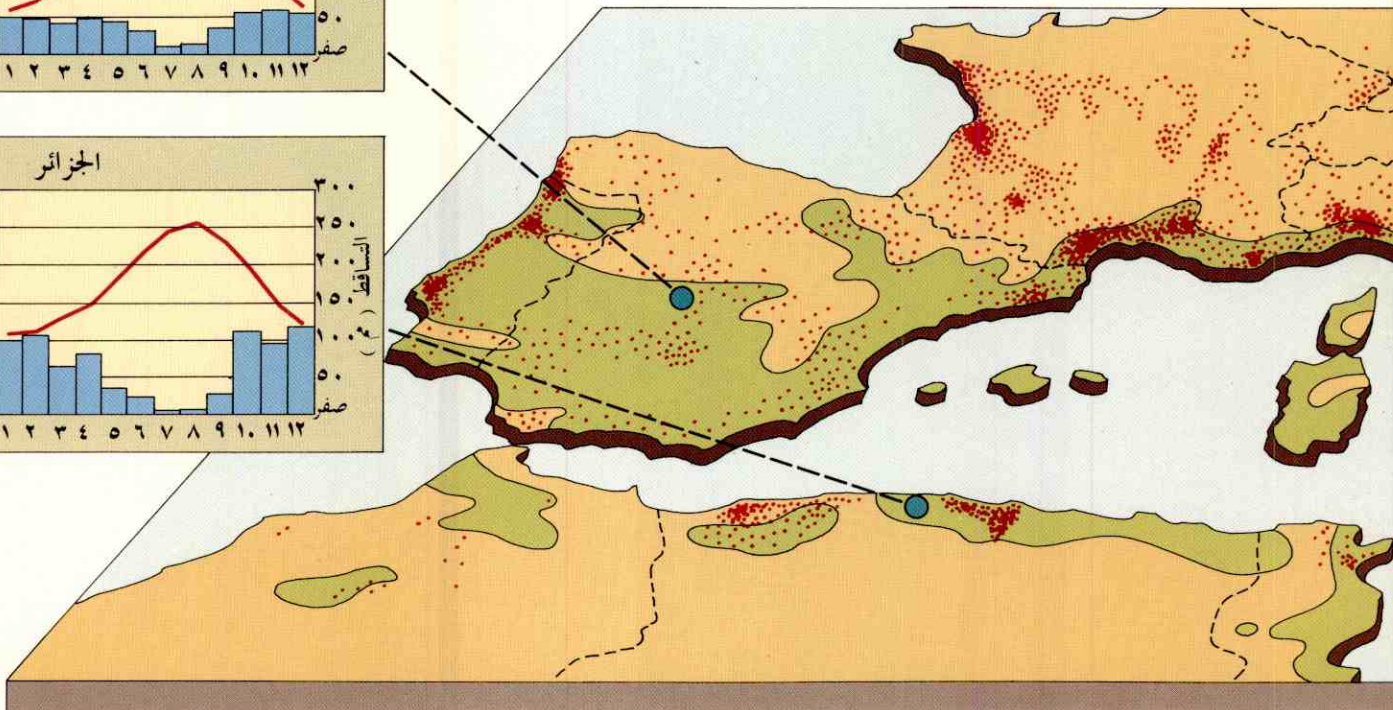
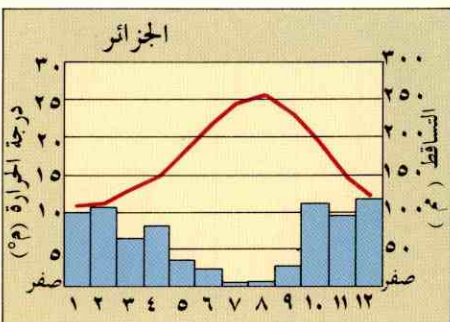
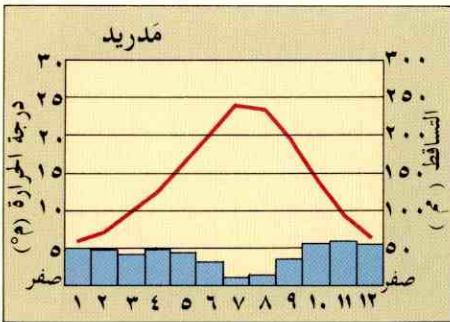
مُنَاخٌ سَاحِلِي غَرْبِي

مُنَاخٌ بَحْرِي مُتَوَسِّطٍ

مُنَاخٌ صَحْرَاوِي

مُنَاخٌ اسْتَبْسِي ، أَرْضٌ جَافَةٌ

مُنَاخٌ غَابَاتٍ مَدَارِيَّةٍ مَطِيرَةٍ



حَوْضُ غَامِرٌ بِالْفَاكِهَةِ

يَأْتِي ٩٤٪ مِنْ مَحْصُولِ الزَّيْتُونِ فِي الْعَالَمِ مِنْ سِتِّ دُولِ بَحْرِ مُتَوَسِّطِيَّةٍ
هِيَ : أَسْبَانْيَا وإِيطَالِيَا وَالْيُونَانُ وَالْبَرْتَغَالُ وَتُونِسُ وَتُرْكِيَا . وَكَمَا يَظْهَرُ
فِي الْخَرِيْطَةِ فَإِنَّ بَسَاتِيْنِ الزَّيْتُونِ تَتَجَمَّعُ قَرِيبًا مِنَ السَّاحِلِ ، أَمَّا الْعِنَبُ
فِيُمْكِنُ زِرَاعَتُهُ شَمَالًا حَتَّى أَلْمَانِيَا . وَتُنتِجُ أُوْرُوْبَا ٧٥٪ مِنْ مَحْصُولِ
الْعِنَبِ فِي الْعَالَمِ .

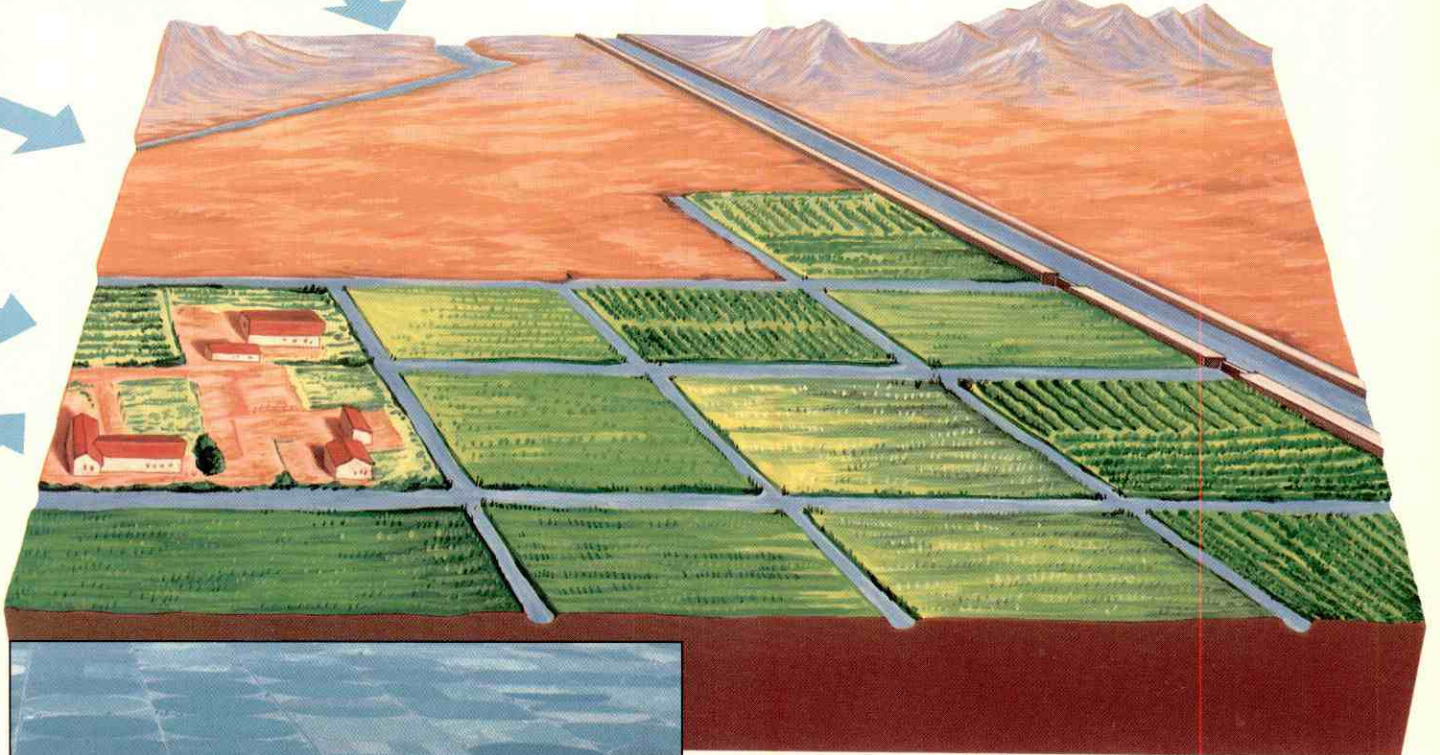
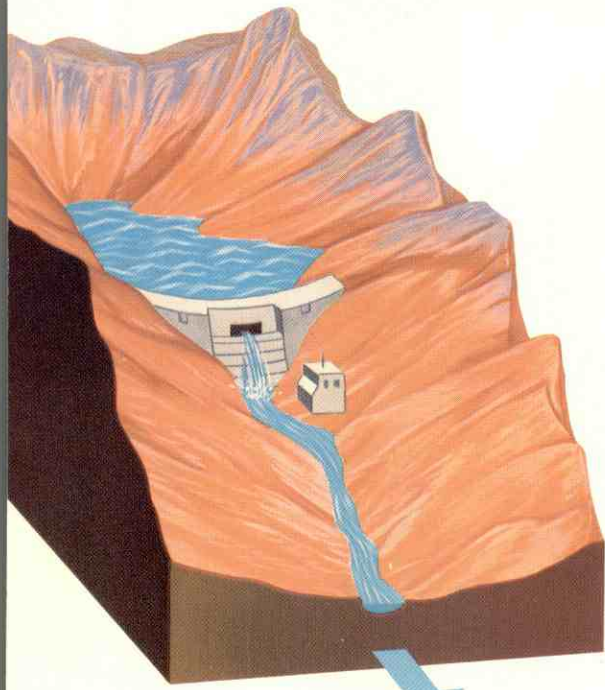


هَلْ يُمْكِنُ زِرَاعَةُ الْأَرْضِ الْجَدْبَاءِ (الْجَافَةِ) ؟

ابْتَكَرَ الْمُزَارِعُونَ نِظَامَيْنِ لِزِرَاعَةِ الْمَحَاصِيلِ عَلَى الْأَرْضِ قَلِيلَةِ الْأَمْطَارِ .
وَيُسَمَّى الْأَوَّلُ الزِّرَاعَةُ الْجَافَةُ ، فَتُزْرَعُ الْمَحَاصِيلُ عَلَى نِصْفِ مِسَاحَةِ
الْأَرْضِ ، وَيُحْرَثُ النِّصْفُ الْآخَرُ حَرثًا عَمِيقًا قَبْلَ مَوْسِمِ الْمَطَرِ ،
وَيُرَاحُ دُونَ زِرَاعَةٍ حَتَّى إِذَا هَطَلَ الْمَطَرُ تَسَرَّبَ فِي التُّرْبَةِ وَلَمْ يَبْقَ .
وَبَعْدَ غَامٍ كَامِلٍ مِنْ امْتِنَاعِ الْمَاءِ الْعَالِي ، يُزْرَعُ النِّصْفُ الْمُرَاحُ
بِالْمَحَاصِيلِ ، بَيْنَمَا تُحْصَدُ مَحَاصِيلُ النِّصْفِ الْآخَرِ ، ثُمَّ يُرَاحُ .

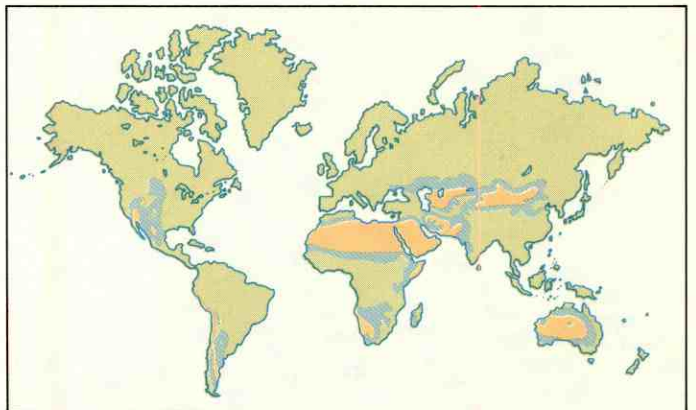
وَالنِّظَامُ الثَّانِي هُوَ الرِّيُّ أَوْ شَقُّ قَنَواتِ الْمِيَاهِ مِنْ مَصَادِرِهِ الْوُفِيرَةِ إِلَى
الْحُقُولِ الْعَطْشَى . وَقَدْ حَوَّلَ الرِّيُّ مَنَاطِقَ كَانَتْ قَاحِلَةً — مِثْلَ وَادِي
أَمْبِرِيَالِ بِكَاليفُورْنِيَا — إِلَى مَزَارِعٍ غَنِيَّةٍ . وَعَلَى هَذِهِ الصَّفَحَاتِ ، أَشْكَالُ
رَيِّ مُخْتَلِفَةٍ . فَقَدْ تَمَدَّدَ أَنْابُ الْمِيَاهِ مِنَ الْبَحِيرَاتِ الْبَعِيدَةِ ، أَوْ يُقَامُ سَدٌّ
عَلَى نَهْرٍ لِيَنْشِئَ خَلْفَهُ مَصَدَّرًا لِلْمِيَاهِ .

ازْدِهَارُ الصَّحْرَاءِ



حُقُولٌ دَائِرِيَّةٌ تُشْغَلُ رُكْنَا مِنْ يَوْتَاهُ ، وَيُرَوَّى كُلُّ مِنْهَا بِأَنْبُوبٍ
مَحْوَرِيَّةٍ مَرَكَزِيَّةٍ .

الْمَنَاطِقُ الْجُرْدَاءُ الْجَافَةُ فِي الْعَالَمِ

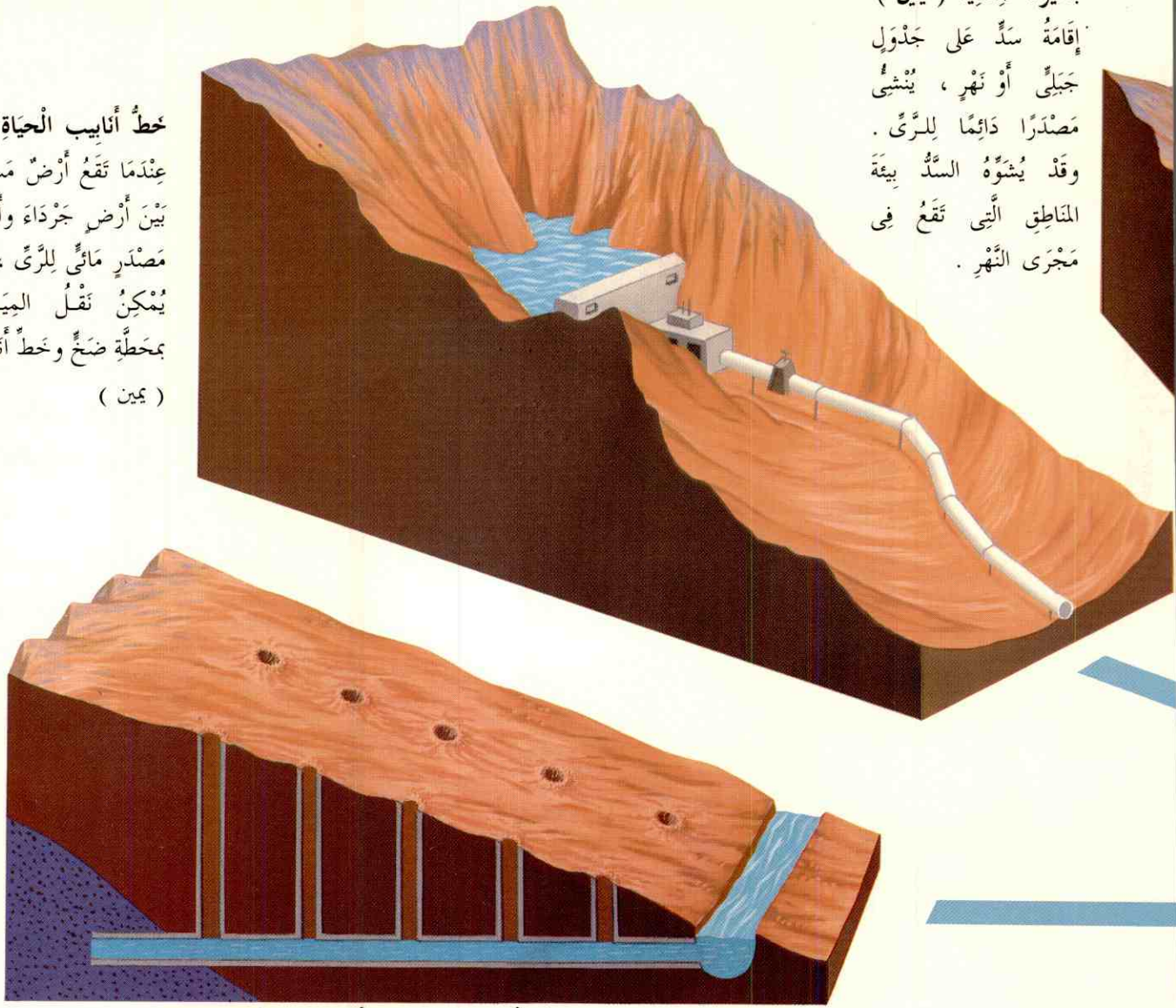


جَافَةٌ

شِبْهُ جَافَةٍ

بُحِيرَةٌ صِنَاعِيَّةٌ (يَمِين)
إِقَامَةُ سَدٍّ عَلَى جَدْوَلٍ
جَبَلِيٍّ أَوْ نَهْرٍ ، يُنْشِئُ
مَصْدَرًا دَائِمًا لِلرَّيِّ .
وَقَدْ يُشَوِّهُ السَّدُّ بَيْعَةً
الْمَنَاطِقِ الَّتِي تَقَعُ فِي
مَجْرَى النَّهْرِ .

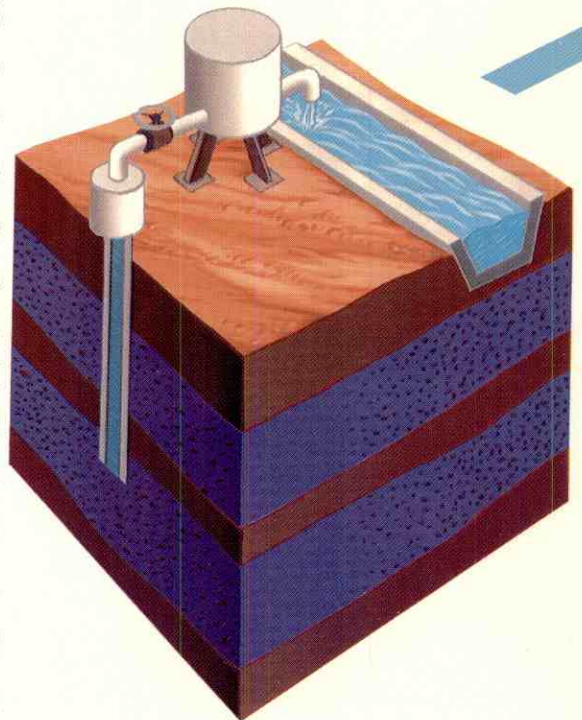
خَطُّ أَنْيَابِ الْحَيَاةِ
عِنْدَمَا تَقَعُ أَرْضٌ مَسَامِيَّةٌ
بَيْنَ أَرْضٍ جَرْدَاءَ وَأَقْرَبِ
مَصْدَرِ مَائِيٍّ لِلرَّيِّ ، فَإِنَّهُ
يُمْكِنُ نَقْلُ الْمِيَاهِ .
بِمَحْطَةٍ ضَخٍّ وَخَطِّ أَنْيَابٍ
(يَمِين)



سَحْبُ الْمَاءِ مِنْ مَصْدَرٍ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ
يَرَوَى الْفَلَّاحُونَ الْمَنَاطِقَ الْجَرْدَاءَ — فِي الصَّيْنِ وَبَاكِسْتَانِ وَإِيرَانَ
وَشَمَالِ أَفْرِيقِيَا — بِوَاسِطَةِ قَارِيضَاتٍ ، وَهِيَ قَنَوَاتٌ تُسْحَبُ الْمَاءُ
مِنْ جَوْفِ الْأَرْضِ قُرْبَ سَفْحِ جَبَلٍ . وَتُحْفَرُ الْمَمَرَاتُ الرَّأْسِيَّةُ
فِي جَانِبِ الْجَبَلِ لِتُوفِّرَ التَّهْوِيَّةَ وَالصَّبَاةَ

مِيَاهُ الْآبَارِ
يَتَوَافَرُ لِأَكْثَرِ الْأَرْضِي
جَفَافًا مَصْدَرُ الْمَاءِ الَّذِي
يُمْكِنُ ضَخُّهُ مِنْ بَيْتِ
(يَمِين) . أَمَّا الْآبَارُ
الْإِرْتَوَازِيَّةُ فَلَا تَحْتَاجُ إِلَى
ضَخٍّ .

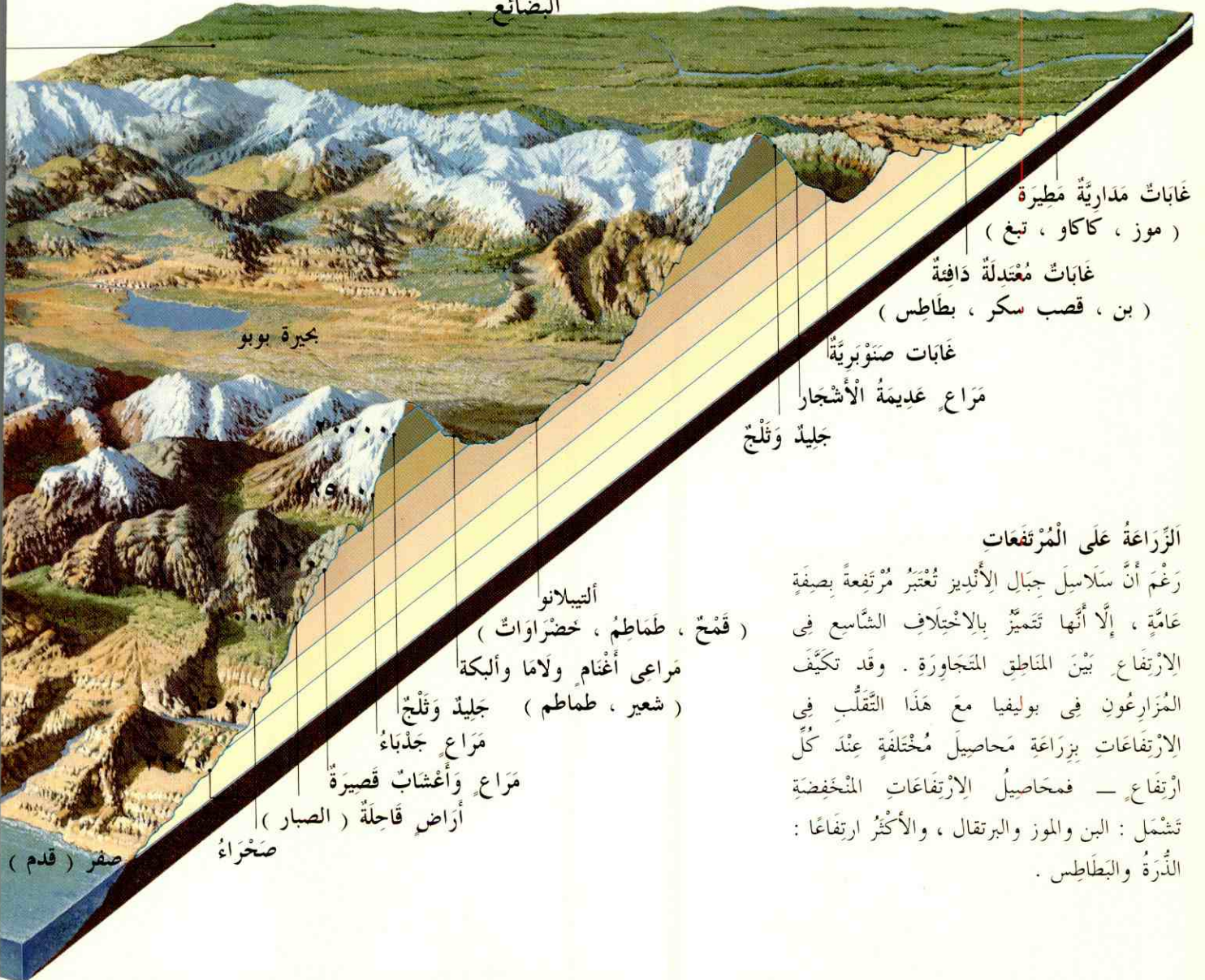
عَدِيدٌ مِنَ الْفُتُوحَاتِ
تُوضَعُ حُدُودَ قَارِيضٍ
فِي بَاكِسْتَانِ .



مَا هِيَ (الْأَلْتِيلَانُو) ؟

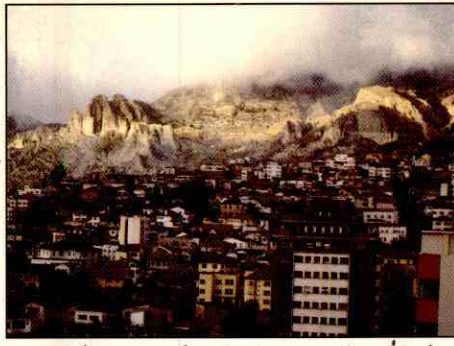
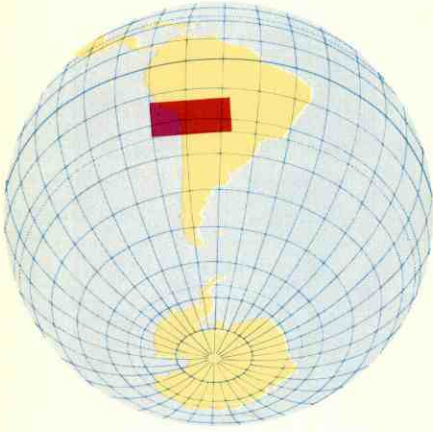
والجزء الجنوبي من الألتيلانو (أو هضبة بوليفيا) تَسْقُطُ عَلَيْهِ أَمْطَارٌ قَلِيلَةٌ ، لِذَرَجَةِ أَنَّ صُخُورَهُ تَظْهَرُ عَلَيْهَا آثَارُ الْأَمْلاح . أَمَّا الْجُزْءُ الشَّمَالِيُّ فَمُنَاحُهُ أَكْثَرُ اغْتِدَالًا مِمَّا يَجْعَلُ هَذَا الْجُزْءَ مَرْكَزًا لِلزَّرَاعَةِ . (وخاصة البطاطس) . وَعَلَى ارْتِفَاعٍ شَاهِقٍ يَصِلُ إِلَى ١٦٠٠٠ قَدَمٍ تَقْرِيًا ، تُوجَدُ سُهُولٌ مُرْتَفَعَةٌ لِمُنْطَقَةٍ ثَالِثَةٍ تُسَمَّى بِيونا ، وَهِيَ شَدِيدَةُ البُرُودَةِ فَلَا تَصْلُحُ لِلزَّرَاعَةِ ، وَلَكِنَّهَا تُعْطَى بَنُوعٍ مِنَ الْأَغْشَابِ الْهَشَّةِ تُسَمَّى إيشو ، تَرعى عَلَيْهَا قُطْعَانٌ كَبِيرَةٌ مِنَ اللَّامَا وَأَقَارِبِهَا : الألبكة ، والفكوثة . وَصُوفُ هَذِهِ الْحَيَوَانَاتِ ثَقَايِضٌ بِهِ بَضَائِعٌ مِنْ سَاحِلِ الْمُحِيطِ الْهَادِي مِثْلُ الْمَلْحِ وَفُلْفُلِ التَّوَابِلِ وَالْفَاكِهَةِ ، أَمَّا الْحَيَوَانَاتُ نَفْسُهَا فَتُسْتَحْدَمُ لِنَقْلِ البَضَائِعِ

سَلَاسِلُ جِبَالِ الْأَنْدِيزِ هِيَ الْعُمُودُ الْفَقَارِي لِأَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ . وَهِيَ تُمْتَدُّ أَكْثَرَ مِنْ ٤٥٠٠ مِيلَ ، مِنْ كُولُومْبِيَا إِلَى رَأْسِ هُورَن ، وَهِيَ الَّتِي تُشَكِّلُ جُغْرَافِيَّةً وَمُنَاحَ الْقَارَةِ بأكملها . وَيَظْهَرُ أَحَدُ تَأْثِيرَاتِهَا الْفَعَالَةِ فِي الْأَرْضَيْنِ وَأَرْضِ بُوليفِيَا الْمُحَرَّرَةِ ، حَيْثُ تَصِلُ جِبَالُ الْأَنْدِيزِ إِلَى أَقْصَى اتِّسَاعٍ لَهَا (٤٠٠ مِيلَ) ، وَيَمْتَدُّ سَهْلٌ عَرِيضٌ مُرْتَفِعٌ مُعَلَّقٌ بَيْنَ حَافَاتِ الْجِبَلِ الْمُتَوَازِيَةِ وَيُسَمَّى الْأَلْتِيلَانُو (أو هضبة بوليفيا) . وَبِفَضْلِ بَحِيرَةِ تِيكَاكَا الْقَرِيَّةِ وَالَّتِي تُعْتَبَرُ أَكْبَرُ بَحِيرَاتِ أَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ (٣٥٠٠ مِيلَ مُرَبَّعٍ) فَإِنَّ هَذَا السَّهْلَ يَتَمَتَّعُ بِجَوٍّ لَطِيفٍ غَيْرِ مَأْلُوفٍ عَلَى هَذَا الِارْتِفَاعِ الَّذِي يَصِلُ مُتَوَسِّطُهُ إِلَى ١٣٠٠٠ قَدَمٍ .



الزراعة على المرتفعات

رَغْمَ أَنَّ سَلَاسِلَ جِبَالِ الْأَنْدِيزِ تُعْتَبَرُ مُرْتَفَعَةً بِصِفَةِ عَامَّةٍ ، إِلَّا أَنَّهَا تَتَمَيَّزُ بِالِاخْتِلَافِ الشَّاسِعِ فِي الِارْتِفَاعِ بَيْنَ الْمُنَاطِقِ الْمُتَجَاوِرَةِ . وَقَدْ تَكَيَّفَ الْمُزَارِعُونَ فِي بُوليفِيَا مَعَ هَذَا التَّقَلُّبِ فِي الِارْتِفَاعَاتِ بِزِرَاعَةِ مَحَاصِيلٍ مُخْتَلَفَةٍ عِنْدَ كُلِّ ارْتِفَاعٍ — فَمَحَاصِيلُ الِارْتِفَاعَاتِ الْمُنْحَفِضَةِ تُشَمِّلُ : الْبِنَ وَالْمُوزَ وَالْبَرْتَقَالَ ، وَالْأَكْثَرُ ارْتِفَاعًا : الدُّرَّةَ وَالْبَطَاطِسَ .



أشعة الشمس تنعكس على جبال آلباز .



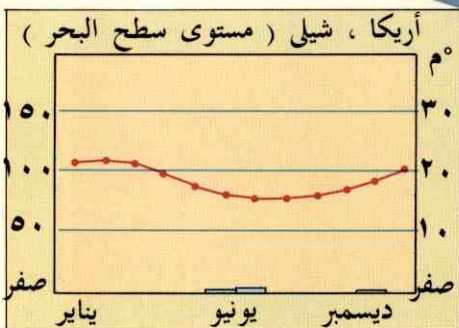
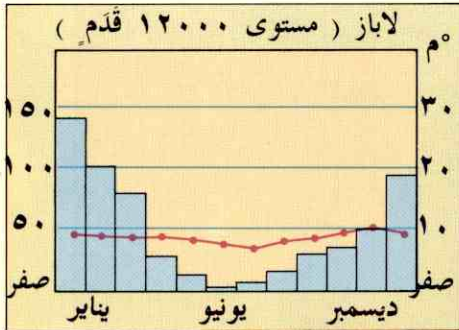
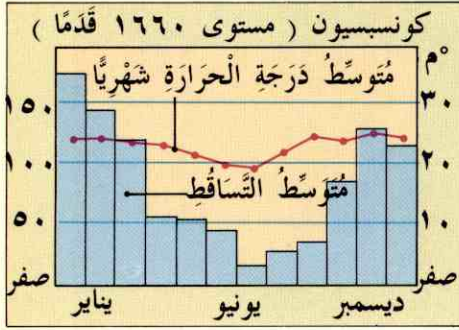
مزارع على مدرجات قرب بحيرة تيتيكاكا .



اللاما البوليفي يرعى على عُشب إيشو .



هندي ينزغ نبات الغاب من تيتيكاكا .



أَرْضُ فَوْقَ السُّحْبِ

بُحِيرَةُ تيتيكاكا

المناخ على الجبال

المحيط الهادي

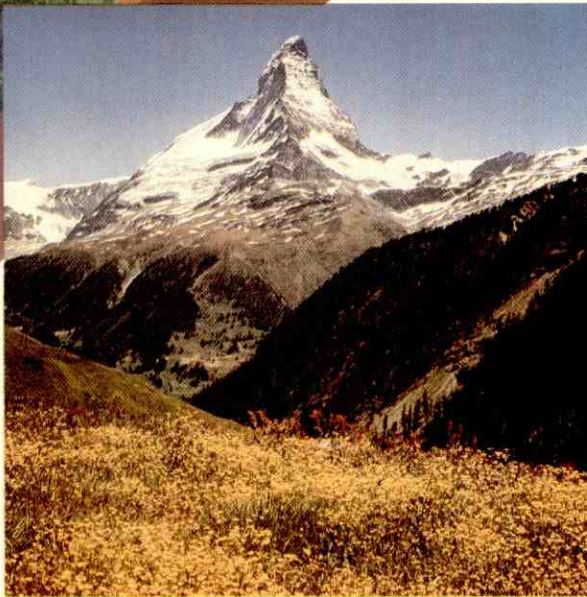
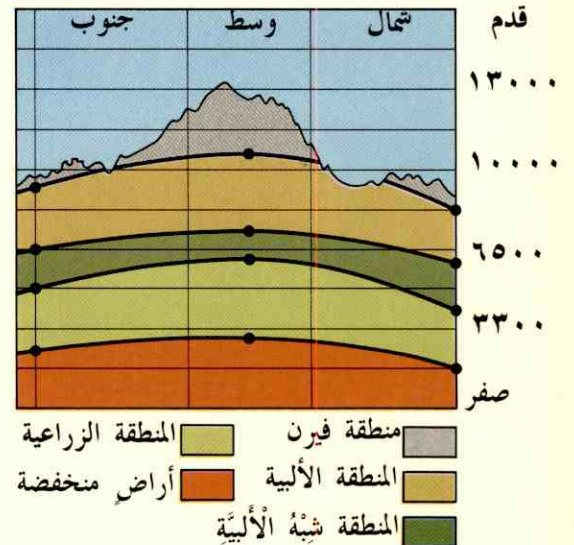
نُقَارِنُ هَذِهِ الرُّسُومَاتِ البَيَانِيَّةُ الْمَنَاحُ فِي آلبَاذِ الَّتِي تَقَعُ عَلَى ارْتِفَاعِ ١٢٠٠٠ قَدَمٍ عَلَى هَضْبَةِ بُوليفِيَا ، بِمَنَاحٍ مَدِينَتِي أَرِيكََا وَكُونَسْبِسيونِ الْمَوْجُودَتَيْنِ عَلَى ارْتِفَاعَاتٍ أَقْلَ بِكَثِيرٍ . وَمِنْ الْعَرِيبِ أَنْ يَكُونَ جَوُّ الْعَاصِمَةِ الْطَفِّ كَثِيرًا مِنْ جَوِّ الْمَدِينَتَيْنِ .

هل يمكن أن يتعدد المناخ في مكان واحد؟

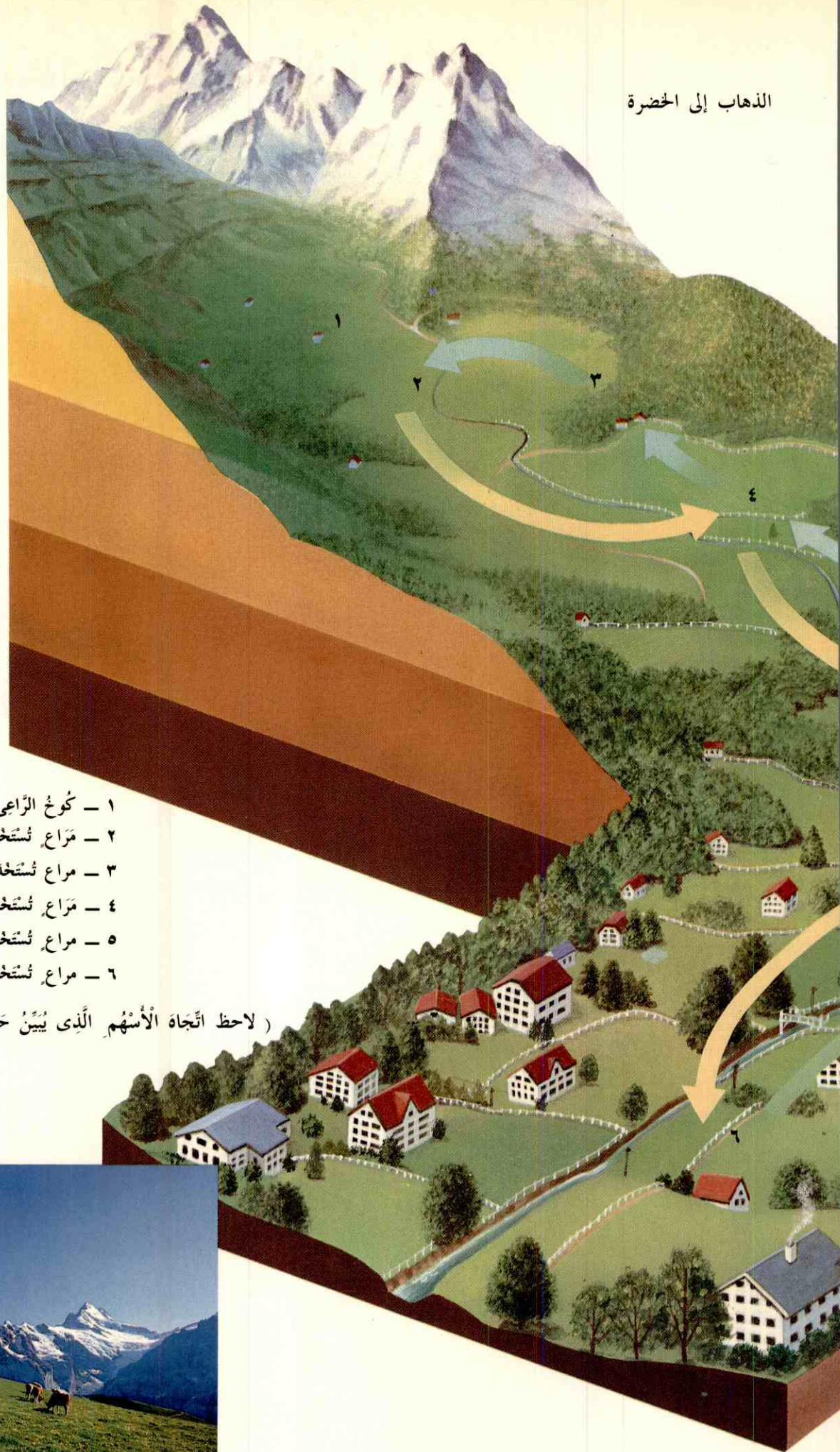
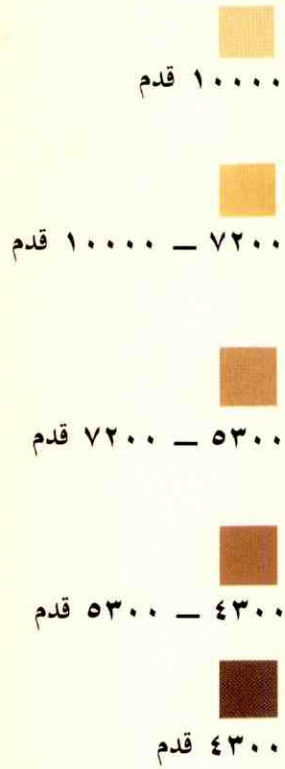
بالقرى والأشجار النفضية . وكثير من سكان هذه القرى يُربون الماشية مُستخدمين نظام الانتقال الفصلي المتلائم مع مناخ المنطقة المتغير . وفي الشتاء ، تحفظ الأغنام والماشية في حظائر ، وتُغلف بالحشيش الجفف المحزون . وفي الربيع ، تُقاد القطعان إلى المراعي العشبية في المناطق المناخية الأعلى ، حيث تُرعى خلال الصيف أيضًا ، ثم تُعاد في الخريف إلى حظائرها أسفل .

الألب هي أكبر سلسلة جبال في أوروبا بقممها الخمس التي تعلو على ١٤٠٠٠ قدم . وللفرق الهائل في الارتفاع بين القمم والوديان فإن منطقة جبال الألب لها أربعة أنواع مناخية مختلفة . فأعلى الارتفاعات التي تُعطى بطبقة دائمة من الثلج ضُغطت إلى ثلاثيات جليدية ، يكون المناخ فيها أبرد ما يمكن ، وتسمى منطقة فيرن . وتحتها توجد المنطقة الألبية ، التي تمتاز بمراعيها بعشب جيد . أما المنطقة شبه الألبية الأقرب لسطح البحر ، فتغطيها غابات صنوبرية معتنى بها . أما المنطقة الرابعة الأقل ارتفاعًا ، فهي المنطقة الزراعية التي تمتلئ

تُغير مجموعة نباتات الألب حسب الارتفاع . فلأوجد في منطقة فيرن على ارتفاع ١٠٠٠٠ قدم إلا نباتات قليلة . وينمو في المنطقة الألبية الزهور البرية والحشائش بين ارتفاعي ٦٥٠٠ ، ١٠٠٠٠ قدم . وتتوافر غابات التنوب والبيسية الراتنجية في المنطقة تحت الألبية بين ٥٠٠٠ ، ٦٥٠٠ قدم . وتحت ٥٠٠٠ قدم تنمو مجموعات كثيفة من أشجار البلوط والزان .



زهور تفتش مرعى البيا قرب قاعدة ماتيهورن السويسرية ذات ارتفاع ١٤٧٨٠ قدما .



- ١ - كُوخُ الرَّاعِي
 - ٢ - مَرَاعٍ تُسْتَعْمَدُ فِي يُولْيُو وَأَغْطُس
 - ٣ - مَرَاعٍ تُسْتَعْمَدُ فِي يُونْيُو .
 - ٤ - مَرَاعٍ تُسْتَعْمَدُ فِي مَايُو وَسَبْتِمِبَر
 - ٥ - مَرَاعٍ تُسْتَعْمَدُ فِي أِبْرِيلِ وَأَكْطُوبِر
 - ٦ - مَرَاعٍ تُسْتَعْمَدُ مِنْ نُوْفَمِبَرِ إِلَى مَارْس .
- (لَاحِظْ اتِّجَاهَ الْأَسْهُمِ الَّذِي يُبَيِّنُ حَرَكَةَ الْقَطِيعِ عَلَى مَدَارِ الْعَامِ)



مَاشِيَّةٌ تَرْعَى فِي مَرْعَى الْبَيْ فِي سِيُوسِرَا .

هَلْ بَدَأْنَا نَتَجَهْ إِلَى خَارِجِ الْيَابِسَةِ؟

لِمُوَاجَهَةِ الْحَاجَةِ الْمَاسَّةِ لِبِنَاءِ مَطَارٍ جَدِيدٍ كَبِيرٍ فِي مَنَاطِقَةٍ لَا تَتَوَافَرُ فِيهَا الْأَرْضَى ، اِبْتَكَرَ الْمُخَطِّطُونَ الْيَابَانِيُّونَ حَلًّا جَدِيدًا : وَشَيَّدَ مَطَارُ كَانَسَايَ الدَّوْلَى عَلَى مَنَصَّةٍ صِنَاعِيَّةٍ فِي خَلِيجِ أُوسَاكَ ، وَعَلَى بُعْدِ ثَلَاثَةِ أَمْيَالٍ مِنْ شَاطِئِ ثَانِي كُبُرَى مُدُنِ الْيَابَانِ .

وَكَانَ بِنَاءُ هَذَا الْمَطَارِ تَحْدِيًّا هَنْدَسِيًّا غَيْرَ مَسْبُوقٍ . أَوَّلًا ، ثَبَّتَ الْعَمَالُ أَسَاسَ قَاعِ الْبَحْرِ بِصَبِّ كُنْثٍ مِنَ الرَّمْلِ الصُّلْبِ عَلَى الصَّلْصَالِ اللَّيْنِ الَّذِي يَرْقُدُ عَلَى غَمَقٍ ٥٩ قَدَمًا تَحْتَ سَطْحِ الْمَاءِ . وَبُنِيَ حَائِطٌ بَحْرِيٌّ حَوْلَ هَذَا الْأَسَاسِ ، فَنَشَأَتْ مِسَاحَةٌ قَدَرُهَا ١٢٦٣ فِدَايَا مُلِئَتْ بِالتُّرْبَةِ وَالصُّخُورِ لِتَرْتَفِعَ فَوْقَ سَطْحِ الْمَاءِ . ثُمَّ بَدَأَ الْعَمَلُ عَلَى الْمَطَارِ نَفْسِهِ الَّذِي سَيَتِمُّ رَبْطُهُ بِالْأَرْضِ الرَّئِيسِيَّةِ بِوَاسِطَةِ حِطٍّ حَدِيدِيٍّ مُزْدَوَجٍ وَكُوبُرَى لِلسَّيَّارَاتِ .

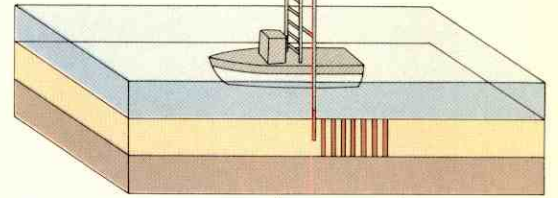


صُورَةٌ مِنَ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ
لِخَلِيجِ أُوسَاكَ (أَعْلَى)
تُكْشِفُ مَوْضِعَ مَطَارِ كَانَسَايَ
الدَّوْلِيِّ الْقَرِيبِ مِنَ السَّاحِلِ .



بِنَاءُ أَسَاسٍ قَوِيٍّ

دَفَعَ الْمُهَنْدِسُونَ الْبَحْرِيُّونَ دَعَائِمَ قَوِيَّةً فِي

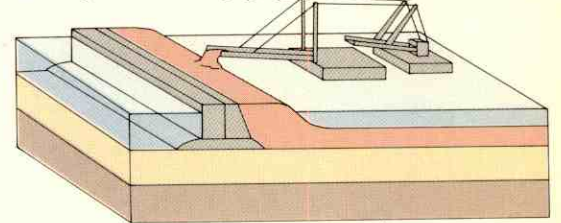


الصَّلْصَالِ اللَّيْنِ لِخَلِيجِ أُوسَاكَ ، وَذَلِكَ لِإِزْسَاءِ

قَوَاعِدِ أَسَاسِ الْمَطَارِ .

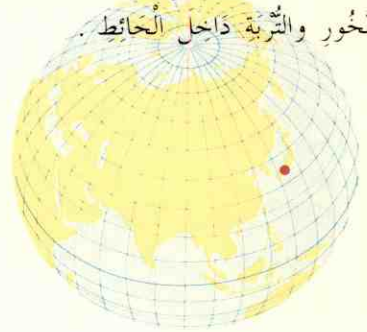
مَلَأُ الْفَجَوَاتِ

بَعْدَ الْإِنْتِهَاءِ مِنَ الْأَسَاسِ وَبِنَاءِ الْحَائِطِ الْبَحْرِيِّ ،



صَبَّتِ الصَّنَادِلُ ٢٢٠ مِلْيُونَ يَارْدَةً مُكَعَّبَةً مِنْ

الصُّخُورِ وَالتُّرْبَةِ دَاخِلَ الْحَائِطِ .



معانى المصطلحات

Canyon	(خانق) : وادٍ عميق حفره نهر فى سطح الأرض ، جوانبه حائطية (على شكل جروف) .	Abyssal	(عمق) يصف مناطق الأعماق السحيقة فى المحيطات أو البحيرات أو باطن الأرض .
Cartography	(كارتوجرافيا) : علم وفن صناعة الخرائط .	Alluvium	(رواسب طمية) : رواسب غير متماسكة مثل الحصى ، الرمل ، الغرين ، الصلصال ، أرسنها الأنهار أو الجداول المائية .
Cirque	(حلبة جليدية) : تجاوىف تشبه مقعدا ذا مسندين على قمة الجبل ، بسبب التعرية الجليدية .	Alpine	(ألبى) : نسبة إلى الارتفاعات العالية ، غالبا أعلى من خط نمو الأشجار على المرتفعات .
Clay	(صلصال) : رواسب تتكون من ذرات دقيقة الحجم قوامها يتأثر مع معجون المادة اللدائنية (البلاستيكية) .	Aquifer	(خازن الماء) : الطبقة الصخرية الحاملة للمياه الجوفية تحت سطح الأرض .
Climate	(مناخ) : حالة الجو أو أنماط الطقس لإقليم ما لفترة طويلة .	Artesian	(ارتوازى) : كلمة تصف المياه الجوفية الواقعة تحت ضغط يجعلها تندفع إلى أعلى دون مضخة ، أو تندفع ارتوازيا .
Conifer	(نباتات مخروطية) (أشجار الصنوبر) أوراقها إبرية رقيقة دائمة الخضرة .	Artesian Spring	(ينبوع) نبع طبيعى يتدفق منه الماء الذى يخرج من الصخور فوق الطبقة الحاملة للمياه الجوفية .
Continental drift	(زحزحة أو زحف القارات) : نظرية تفسر نشأة القارات كألواح جيولوجية تزحزت أو تحركت ببطء شديد على سطح كوكب الأرض .	Artesian well	(البئر الارتوازى) : وهو بئر يحفره الإنسان ويحتاج إلى مضخة لرفع المياه أو تنساب المياه منه باندفاع شديد كالنافورة .
Continental margin	(الهامش القارى) : النطاق الذى يفصل القارات عن قاع المحيط العميق ، ويشتمل على الرف القارى continental shelf وهو المنطقة الضحلة المتدرجة الانحدار التى تمتد من ٤٠ ميلا تقريبا من الشاطئ والمنحدر القارى continental slope الشديد الانحدار والذى يمتد من الرف القارى حتى قاع المحيط العميق ، والمرتفع القارى continental rise وهو المنطقة السهلية الانحدار عند أقدم المنحدر القارى .	Bedrock	(صخر الأساس) : صخور صلبة تقع أسفل قطاع التربة أو تظهر لها مكاشف على سطح الأرض مباشرة .
		Broadleaf	(أشجار ذات أوراق عريضة) : الأشجار عريضة الأوراق غير إبرية .
		Butte	(الشواهد الصحراوية - البيوت) : تلال منعزلة ذات قمم مستوية ، أو جبال صغيرة جوانبها شديدة الانحدار ترتفع عن ما حولها من أراضٍ (ميزا صغيرة) .

- Equator** : (دائرة الاستواء) : دائرة وهمية تحيط بالكرة الأرضية ، وتعد أكبر دائرة عرضية على سطح الأرض كما أنها تنصف المسافة بين القطبين الشمالى والجنوبى ، وقيمتها كدرجة عرض تساوى صفر .
- Erosion** : (التعرية) : عملية نحت الصخور وتآكل التربة ونقلها بواسطة الماء أو الهواء أو الجليد إلى أماكن أخرى .
- Esker** : (الإسكِر) تلال (حواجز) طولية مستوية السطح تنتج تبعا لتجمع الرواسب الرملية أو الحصوية التى ترسبها الجداول المائية التى تنساب تحت الثلجة أو خلالها أو على جانبيها .
- Estuary** : (مصب خليجى) المنطقة التى ينتهى بها وادى النهر فى البحر حين يختلط الماء العذب فى النهر بالماء المالح فى البحر .
- Fallow** : (الأرض المراحة) أرض تحرث ثم تترك موسما كاملا بدون زراعة رغبة فى إراحتها .
- Fissure** : (شق) فتحة طويلة ضيقة وعميقة فى الصخر أو الجليد .
- Geography** : (الجغرافيا) : علم دراسة ظواهر سطح الأرض من حيث توزيعها والعلاقات المتبادلة بين عناصرها مثل النبات ، والحياة الحيوانية ، والتربة والتضاريس والسكان والصناعة والتقسيمات السياسية .
- Geology** : (الجيولوجيا) علم تاريخ الأرض ، وبنيتها الداخلية وأشكالها الخارجية مع التركيز على الصخور والمعادن التى تتكون منها والعمليات التى تشكلها وتهذبها .
- Coriolis effect** : (تأثير قوة كوريوليس) : قوة ظاهرية واضحة تنتج بفعل دوران الأرض حول نفسها والتى تؤدى إلى انحراف اتجاه الأشياء عن الخط المستقيم . وتأثير قوة كوريوليس يفسر لماذا تنحرف الرياح والتيارات المحيطية إلى يمين اتجاهها (مع عقارب الساعة) فى نصف الكرة الشمالى ، وإلى يسار اتجاهها (ضد عقارب الساعة) فى نصف الكرة الجنوبى .
- Cuesta** : (الكويستا) : مكشف صخرى بانحدار طفيف لسطح الأرض على أحد الجوانب ، وحافة شديدة الانحدار على الجانب الآخر .
- Current** : (تيار) : تدفق مستمر باتجاه ثابت للماء أو السوائل الأخرى ، أو للغازات كالهواء مثلا .
- Delta** : (دلتا) : منطقة سهلية منخفضة مستوية السطح تشبه المثلث ، تتكون من رواسب طميية عند مصب النهر .
- Desert** : (صحراء) : منطقة تقل بها كمية التساقط عن ١٠ بوصات ، بما يجعلها غير قادرة على مواجهة حياة قاطنيها من السكان أو الحيوان أو النبات .
- Drumlin** : (كتيب تل جليدى) : كتيب (تل) بيضى أو مستطيل الشكل يتكون من رواسب جليدية والمفتتات الصخرية التى تركها الجليد بعد تقهقره وتراجعته خلفيا ، وتشير الكتيبان الجليدية إلى مسار الثلجة (النهر الجليدى) بعد انصهارها .
- Environment** : (البيئة) الظروف الجوية والتربة والموجودات الحية التى يتفاعل معها الكائن الحى والتى تحدد شكل ومسار حياته .

Lagoon : (اللاجون) أو البحيرة : جسم مائي ضحل يتصل بالبحر أو المحيط بفتحة ضيقة تحدها الشعاب المرجانية أو الحواجز الرملية .

Latitude : دائرة عرض (درجة عرض) المسافة الزاوية لمكان على سطح الأرض من دائرة الاستواء ، ويعبر عنها بالدرجات شمالاً أو جنوباً . وتبدأ درجات العرض من الاستواء (درجة عرض صفر) شمالاً حتى القطب الشمالي (درجة عرض ٩٠ درجة شمالاً) وجنوباً حتى القطب الجنوبي (درجة عرض ٩٠ جنوباً) .

Loess : (اللويس) (الرواسب الطفالية) : رواسب سمكية صفراء اللون ، تتكون من ذرات دقيقة من الصلصال والغرين والرمل الناتجة بفعل التعرية الريحية (الهوائية) .

Longitude : خط الطول (خط الزوال) : المسافة الزاوية لمكان ما على سطح الأرض من خط شمالى — جنوبى يعرف بخط الزوال الأساسى ، ويعبر عن خط الطول بالدرجات شرقاً أو غرباً .

Map : (الخريطة) تمثيل ثلاثى الأبعاد لظواهرات سطح الأرض على لوحة مسطحة ثنائية البعد .

Meander : (المنعطف النهري) : تغير مجرى النهر من جانب إلى آخر تبعاً لضغط الانحدار وببطء الجريان واستواء السطح يؤدي إلى انثناء المجرى .

Meridian : (خط الزوال) : دائرة وهمية على سطح الأرض تمر على كل من القطبين الشمالى والجنوبى ، كما تكون عمودية على دائرة الاستواء وبقيّة دوائر العرض الأخرى .

Glacier : (ثلاجة أو نهر جليدى) : كتلة من الجليد تنحدر من الحقول الثلجية إلى المنحدرات السفلية بفعل الجاذبية الأرضية .

Guyot : (جبل منعزل) ذو قمة مستوية يقع على قاع المحيط .

Gyre : تيار مائي (محيطي) دائري أو حلزوني ينحرف في اتجاهه مع عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالى وضد عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي .

Horn : (قرن جبلي) القمة العليا التي تبدو على شكل هرم أو قرن جبلي نتيجة لتقاطع ثلاث أو أكثر من الحلبات الجليدية .

Igneous rock : (الصخور النارية) : الصخور التي تبلورت من الحالة المنصهرة وهي واحدة من ثلاثة أنواع للصخور التي تتكون منها القشرة الأرضية . هي : الصخور النارية والصخور الرسوبية والصخور المتحولة .

Influent stream : نهر جار (متدفق) : مجرى مائي تقع قنواته فوق مستوى الماء الباطنى ، كما أنه يضيف ماء إلى نظام الماء الباطنى عن طريق التسرب .

International Date Line : (خط التاريخ الدولى) خط طول (خط زوال) ١٨٠ درجة والذي عنده يتحدد بداية يوم جديد .

Karren : (ثلم) أخدود أو غضنة عميقة أو تجاويف طولية أو أحواض تحدث في صخور الحجر الجيري نتيجة إذابة ماء المطر لسطح هذه الصخور .

karst : (الكارست) نوع من الأشكال الأرضية التي تتكون فوق صخور جيرية أو جيسية وتتميز بكثرة الحفر البالوعية ، والكهوف والتصريف المائى الباطنى .

- Mesa** : (الميزا) أو المائدة الصحراوية ، منطقة منعزلة مرتفعة لها سطح مستو جوانبها شديدة الانحدار .
- Metamorphic rock** : (الصخور المتحولة) : وهى الصخور النارية أو الرسوبية التى تحولت مكوناتها وبنيتها أو نسيجها بدون انصهارها بالحرارة والضغط أو بالتفاعل الكيميائى ، دائما بتعرضها للحرارة الشديدة أو الضغط الشديد أو كليهما معا ، وهى واحدة من الأنواع الثلاثة من الصخور التى تتكون منها القشرة الأرضية ، النوعان الآخران هما الصخور النارية والصخور الرسوبية .
- Moraine** : (الركام الجليدى) : رواسب جليدية تحملها التلججات وترسبها على شكل حواجز أو هضاب صغيرة ، وتتألف من مفتتات صخرية مختلفة الحجم والشكل . وتنقسم إلى الركام الجانبي Lateral Moraine تتكون من فئات الصخر لفعل احتكاك الجليد بجوانب الوادى الجليدى وتراكم المواد الإرسابية على طول جوانب النهر الجليدى ، والركام الأوسط Medial Moraine ويتكون عندما يلتحم ركامان جانبيان مع بعضهما نتيجة لاتصال أكثر من مجرى نهر جليدى فى مجرى واحد ، وينجم عن ذلك تكون أشربة طويلة مستقيمة من الرواسب تتوسط المجرى الجليدى ، والركام التراجعى recessional Moraine ويتكون عندما يتعرض النهر الجليدى إلى التراجع خلفا فى الفترات غير الجليدية فتخلف كميات هائلة من الرواسب عند النهايات الهامشية للمجرى الجليدى ، والركام النهائى Terminal Moraine يتكون من الرواسب التى تمثل النهايات الحدية التى وصلت إليها الغطاءات
- Ground** الجليدية ، والركام الأرضى
- Moraine** عبارة عن مجموعة الرواسب الجليدية على سطح الأرض الذى يتحرك فوقه النهر الجليدى (التلجاة) وتظهر هذه الرواسب بعد تقهقر الجليد وتراجع خلفها تبعا لتغير المناخ وارتفاع درجة الحرارة .
- Mountain** : (جبل) : منطقة مرتفعة من القشرة الأرضية يزيد ارتفاعها على ١٠٠٠ قدم بالنسبة لما حولها .
- Nautical chart** : (خريطة ملاحية بحرية) : تستخدم لمساعدة الملاحين البحريين فى الإبحار بأمان فى الموانئ أو عبر المحيطات أو غيرها من الأجسام المائية .
- Ocean** : (المحيط) : أجسام ضخمة من الماء المالح تغطى ٣/٢ سطح الكرة الأرضية .
- Oceanic ridge** : (حافة محيطية) : سلسلة جبلية غاطسة قد يرتفع بعضها حوالى ميلين فوق قاع المحيط وتمتد لعشرات الأميال بسبب التشويه السطحي والدفع القارى المسببين لامتداد قاع المحيط .
- Oxbow lake** : (بحيرة مقطعة) : بحيرات ضحلة هلالية الشكل تتكون عندما ينفصل منعطف نهري عن النهر الرئيسى الذى يظهر غالبا أعظم عمقا من المياه فى المنعطفات بالإضافة إلى فعل الإرساب عند أطرافها .
- Plain** : (سهل) : منطقة فسيحة من الأرض المستوية السطح .
- Plate tectonics** : نظرية الألواح الجيولوجية التى توضح أن القشرة الأرضية تتكون من ألواح صلبة تتحرك بصورة مستمرة . ينتج عنها حركات اصطدام واحتكاك وانفصال تؤدي إلى نشاط جيولوجى مكثف عند حواف هذه الألواح .

Sediment : (رواسب) : تجمعات من ذرات أو مفتتات الصخور أو المعادن أو المواد العضوية أرسبت بواسطة الماء أو الرياح أو الجليد .

Sedimentary rock : (الصخور الرسوبية) : صخور تكونت في شكل طبقات من الرواسب المندمجة والمتحمة ببعضها . وهي تكون مع الصخور النارية والمتحولة ، الأنواع الثلاثة من الصخور التي تتكون منها القشرة الأرضية .

Shoal : (ضحاح) : رابية من الرواسب الرملية أو الطينية تقع مباشرة تحت سطح جسم مائي .

Soil : (التربة) : الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تكونت بفعل عوامل طبيعية وكيميائية أو بيولوجية والتي تنمو فيها جذور النباتات .

Stalactite : (النوازل) : أعمدة من رواسب جيرية (كربونات الكالسيوم) تتدلى من سقف كهف .

Stalagmite : (الصواعد) : أعمدة مخروطية الشكل من رواسب جيرية (كربونات الكالسيوم) ترتفع فوق أرضية كهف .

Steppes : (استبس) سهول شاسعة من الحشائش الخالية من الأشجار تتميز بها الأقاليم الجافة من جنوب شرق أوروبا وآسيا .

Subsidence : (الهبوط أو الخسوف الأرضي) : هبوط أو خسف لجزء من سطح الأرض .

Surveying : (علم المساحة) : فرع من علم الرياضيات يختص بتحديد المساحات والمسافات والاتجاهات على سطح الأرض وخطوط الحدود بين الأراضي وتحديد خطوط الارتفاعات المتساوية (خطوط الكنتور) .

Prairie : (البراري) : تجمعات شاسعة من الحشائش في وادي نهر المسيسيبي تتميز بخصوبة تربتها العميقة وحشائشها الطويلة مختلطة ببعض الأشجار .

Prime meridian : (خط الزوال الأساسي) خط وهمي درجة طول صفر يصل بين القطبين الشمالي والجنوبي مارا بالمرصد الملكي في جرينتش — إنجلترا . وتقاس كل خطوط الزوال الأخرى منه شرقا أو غربا .

Projection : (المسقط) : تمثيل كارتوجرافي للأسطح المنحنية للكرة الأرضية على سطح أفقي مستو كالخريطة مثلا .

Reef : (مرجان) : حاجز صخري أو شعاب مرجانية تقترب من سطح الماء . ومنها الجزيرة المرجانية Atoll حلقيه الشكل تحيط بجسم مائي ضحل متصل بالبحر ، حاجز مرجاني barrier reef شعيب مرجاني يفصل عن اليابس بلاجون عميق ، شعاب مرجانية هديبة Fringing reef شعاب مرجانية كثيفة تحف بجزيرة .

Ria shoreline : (سواحل الريا) : سواحل غطتها مياه البحر ، وهي عبارة عن خلجان متجاورة من أودية طويلة ضيقة .

Rill : (جداول مائية) : مجار مائية صغيرة جدا ، غالبا ما تكون رءوس مائية للنهر .

River : (نهر) : مجرى من الماء العذب بحجم معين يتحرك من المناطق الأرضية العالية إلى الأراضي المنخفضة وينصرف إلى بحر أو بحيرة أو إلى نهر آخر .

Savanna : (سافانا) : حشائش طويلة متنوعة تنمو في الأقاليم شبه المدارية وتختلط ببعض الأشجار المقاومة للجفاف .

Scarp : (حافة) : خط من الجروف التي تكونت بفعل الانكسارات أو التعرية .

Vapour : (بخار) : الحالة الغازية للسوائل والجوامد وللماء خاصة .

Wadi : (وادى) : سرير نهر جاف المجرى إلا فى موسم المطر الذى يسبب فيضانه ، وعادة ما يطلق هذا المصطلح على الأنهار فى جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا .

Telemeter : (تليميتر) : جهاز يستخدم إشعاع الليزر ، أو أمواج صوتية أو الضوء لقياس المسافة بين مكان ما وموقع الراصد على سطح الأرض .

Temperate zone : (النطاق المعتدل) : المناطق فى نصف الكرة الشمالى التى تتمتع بمناخ معتدل وتقع بين مدار السرطان (٢٣,٥ درجة شمالا) والدائرة القطبية الشمالية ، وبين مدار الجدى (٢٣,٥ درجة جنوبا) والدائرة القطبية الجنوبية فى نصف الكرة الجنوبي .

Terrace : (مصطبة) : منطقة مسطحة مع واجهة شديدة الانحدار (انحدار رأسى) ، يمكن استخدامها فى نمو المحاصيل على المرتفعات ، كما تتكون طبيعيا على مناطق مستوية طفيفة الانحدار على طول الضفاف النهرية أو على سواحل البحار .

Topography : (الطبوغرافيا) : مجموعة الظواهر الطبيعية فى منطقة ما ، خاصة الارتفاعات والمنخفضات .

Trade wind : (الرياح التجارية) : رياح تهب بنظام ثابت تقريبا من الشرق فى المنطقة المحصورة بين دائرتى عرض ٣٠ درجة شمالا وجنوبا من دائرة الاستواء .

Tributary : (رافد) : مجرى مائى ينتهى فى نهر أكبر منه أو يصب فى بحيرة .

Tropics : (الأقاليم المدارية) : التى تمتد بين مدار السرطان (٢٣,٥ درجة شمالا) ومدار الجدى (٢٣,٥ درجة جنوبا) .

Tundra : (التندرا) : سهول عديدة الأشجار ، تقع فى المناطق القطبية وشبه القطبية فى شمال أمريكا الشمالية وشمال أوروبا وشمال آسيا ، وتتميز بسطح موحد للتربة وبتجمد دائم لما تحت التربة .

دائرة معارف القرن الحادى والعشرين للعلوم والتكنولوجيا المتطورة والطبيعة

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| ١ عصر الحاسب الألى (الكمبيوتر) | ٦ بنىة المادة |
| ٢ الفضاء والكواكب | ٧ وسائل النقل والمواصلات |
| ٣ القوى الفيزيائية | ٨ الجغرافيا |
| ٤ علم البيئة | ٩ حياة النبات |
| ٥ سلوك الحيوان | ١٠ الآلات والاختراعات |

الأستاذ أسامة عبد الكريم السكرى وكيل أول وزارة التربية والتعليم (سابقاً)
الأستاذ الدكتور حسن محمد عبد الشافى وكيل أول وزارة التربية والتعليم
الأستاذ عبد الجليل حماد وكيل وزارة التربية والتعليم

الإشراف
العام
العلمى
واللغوى
والتربوى

الأستاذة بكليات الهندسة والعلوم والآداب والتربية والبنات بجامعات القاهرة وعين شمس والأزهر والألكندرية

أ.د. محمد أديب رياض غنيمى	أ.د. محى الدين عبد اللطيف قناوى	أ.د. منصور محمد حسب النبى
أ.د. محمد صابر سليم	أ.د. فتحى محمد أبو عيانة	أ.د. علاء الدين بهجت
أ.د. مراد إبراهيم الدسوقى	أ.د. محمد أحمد حمودة	أ.د. محمد سمير عبد المعز

المراجعة
العلمية
المتخصصة

المترجمون المختصون والأعضاء بالمنظمات العربية والتعليم

أ. جمال سليمان عبد الرحيم	أ. عبد الرؤوف محمد حسنين	أ. ريهام أسامة السكرى
أ. صفوت عبد الحافظ صابر	أ. محمد نبيل عبد الله محمود	أ. ميسرة محمد عبد الرحمن
أ. غادة أسامة السكرى		

الترجمة

مستشار الطباعة: أحمد عارف حسن الزين المستشار الفنى: عادل البطراوى

جميع حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة للناشرين

دار الكتاب المصرى
القاهرة
٣٣ شارع قصر النيل. تليفون: ٣٩٢٢١٦٨ / ٣٩٣٤٣٠١ / ٣٩٢٤٦١٤
ص.ب.: ١٥٦ - الرمز البريدى: ١١٥١١ - برقىا: كتامصر - القاهرة
نلكس: ATT: Mr. Hassan El - Zein 23881, 22481 - القاهرة
فاكسميلى ٣٩٢٤٦٥٧ (٢٠٢) 3924657 FAX: (202)

دار الكتاب اللبنانى
بيروت
شارع مدام كورى - تجاه فندق بريستول - بيروت
تليفون: ٣٥١٤٣٣
صندوق بريد: ٨٣٣٠ - ١١ بيروت - لبنان. برقىا: داكلبان
فاكسميلى ٣٥١٤٣٣ (٩٦١١) 351433 FAX: (9611)
TELEX: DKL 23715 LE ATT: Mr. HASSAN El - ZEIN

Time - Life Books Europe
Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands
Tel : 5104911
Fax: 6140438
TREVOR LUNN
HANS BERGMANS
رئيس تنفيذى
مدير تنفيذى
كتب تايم لايف
TIME LIFE BOOKS

يمنع الاقتباس والنقل والترجمة والتصوير
إلا بإذن خاص من الناشرين

الطبعة الأولى ١٤١٧ هـ - ١٩٩٧ م
رقم الايداع: AD 1997 - H 1417
I.S.B.N. 977 - 238 - 647 - 6 ٩٥ / ٧٠١٦

"Authorized Arabic language edition ©1996
Time - Life Books Europe and
Dar Al-Kitab Al- Masri .
Original Japanese language edition ©1993
All rights reserved."